

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV MATERIÁLOVÝCH VĚD A INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING

MATERIÁLY FOTBALOVÉ OBUVI

MATERIALS OF FOOTBALL SHOES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ondřej Ponížil

VEDOUČÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Eva Molliková, Ph.D., Paed IGIP

BRNO 2017

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav materiálových věd a inženýrství

Student: **Ondřej Ponižil**

Studijní program: Strojírenství

Studijní obor: Základy strojního inženýrství

Vedoucí práce: **Ing. Eva Molliková, Ph.D., Paed IGIP**

Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Materiály fotbalové obuvi

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce pojednává rešeršní formou o materiálech používaných při výrobě fotbalové obuvi.

Cíle bakalářské práce:

Student ve své práci

- shrne historický vývoj konstrukce a materiálů používaných při výrobě fotbalové obuvi
- rozebere požadavky, které jsou přitom na materiály kladeny
- stručně popíše možné aplikace současných technických materiálů

Seznam doporučené literatury:

Askeland, D. R., Phulé, P. P. The Science and Engineering of Materials. 5th ed. UK: Thomson, 2006. ISBN 0-534-55396-6.

Callister, W. D. Material Science and Engineering, An Introduction. GB: John Willey and Sons, 2003. ISBN: 0-471-22471-5.

Seymour, R. B. Polymers for Engineering Applications. USA: ASTM, 1987. ISBN 0-87170-247-9.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Ivo Dlouhý, CSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato práce pojednává o materiálech fotbalové obuvi a o možnostech technologického zpracování těchto materiálů. Práce je rozdělena do tří částí. V úvodní části jsou shrnuty základní fotbalová fakta a je zde popsán historický vývoj konstrukce fotbalové obuvi včetně hlavních výhod a nevýhod. Druhá část se zabývá prodyšnými materiály, které dosahují dostatečně ohebnosti a odolnosti proto, aby mohli sloužit jako svršek obuvi. V této části jsou také popsány vlastnosti a nejpoužívanější technologie zpracování syntetických usní. Závěrečná část práce se zabývá polyamidy a termoplastickými elastomery ze kterých jsou vyráběny podrážky včetně lisovaných špuntů, které jsou specifickou částí fotbalové obuvi.

Klíčová slova: fotbalová obuv, syntetická useň, netkané textilie, termoplastické elastomery

ABSTRACT

This thesis is about materials of football boots and possibilities of their technological process. The thesis is divided into three main parts. The introduction part contains the basic facts about football and there is also a description of historical development of the football boots which includes advantages and disadvantages of the structure at that time. The second part presents permeable, flexible and durable materials which can be used to produce the upper part of the boots. In this part there are described attributes of the most common technological process which produces synthetic leathers. The final part is about polyamides and thermoplastics elastomers from which the football soles are made.

Key words: football boots, synthetic leather, nonwoven fabric, thermoplastic elastomer

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

PONÍŽIL, O. *Materiály fotbalové obuvi*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 40 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Eva Molliková, Ph.D., Paed IGIP.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité prameny a literaturu.

V Brně dne 26.5.2017

.....

Ondřej Ponížil

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji Ing. Evě Mollikové, Ph.D., Paed IGIP za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce. Také děkuji svým rodičům za umožnění studia na vysoké škole.

OBSAH

Úvod	10
1 Fotbal.....	11
1.1 Historie [1], [2]	11
1.2 Pravidla	11
1.2.1 Cíl hry [3]	11
1.2.2 Hrací plocha [3]	11
1.2.3 Zakázaná hra [3]	12
1.3 Vybavení	12
1.3.1 Dres a trenýrky [3].....	12
1.3.2 Chrániče holení a stulpny [3].....	12
1.3.3 Míč [3]	13
1.3.4 Kopačky [5], [6]	13
2 Fotbalová obuv	13
2.1 Fotbalová obuv na počátku 19. století [7].....	13
2.2 Fotbalová obuv po první světové válce [9].....	14
2.3 Fotbalová obuv v rozmezí let 1940 až 1960 [7], [6].....	14
2.4 Fotbalová obuv v letech 1970 až 2000 [7], [10]	15
2.5 Fotbalová obuv 21. století [5], [11], [12], [6], [13]	16
3 Kůže [14], [15]	17
3.1 Zpracování kůže [14], [15], [16].....	18
3.2 Useň [17], [14], [18]	19
4 Syntetické usně [14], [17]	19
4.1 Historie syntetické usně [14], [17].....	19
4.2 Podkladové materiály [14]	20
4.2.1 Papír [14]	20
4.2.2 Textilie [14]	20
4.3 Lícové vrstvy [14].....	20
4.3.1 Lícové vrstvy na bázi PVC [14]	21
4.3.2 Lícové vrstvy na bázi polyuretanů [14].....	21
4.3.3 Lícové vrstvy na bázi polyamidů [14].....	21
4.3.4 Lícové vrstvy na bázi akrylových polymerů [14].....	22
4.4 Technologie výroby lícových vrstev [14]	22
4.5 Druhy syntetických usní	23
4.5.1 Plastické usně lehčené [14].....	23
4.5.2 Plastické usně hygienické [14]	23
4.5.3 Poromery [14].....	24

5	Netkané Textilie [19], [14], [20]	24
5.1	Základní vlákna [20]	24
5.2	Speciální vlákna	25
5.2.1	Vlákna příčně profilována [20].....	25
5.2.2	Bikomponentní vlákna [20]	26
5.2.3	Skleněná vlákna [20]	26
5.2.4	Uhlíková vlákna [20]	26
5.3	Technologie přípravy vlákenných vrstev	27
5.3.1	Mechanická výroba vlákenné vrstvy [20]	27
5.3.2	Aerodynamická výroba vlákenné vrstvy [20]	28
5.3.3	Hydrodynamická výroba vlákenné vrstvy [20]	28
5.3.4	Spun-bond [20]	29
5.3.5	Melt-blown [20].....	29
5.4	Technologie zpevňování vlákenné vrstvy [20]	29
5.4.1	Vpichování [20], [21]	29
5.4.2	Zpevňování paprskem vody Spunlace [20]	30
5.4.3	Zpevňování disperzemi polymerů impregnací [20].....	31
5.4.4	Pojení kalandrem [20]	31
5.4.5	Teplovzdušné pojení [20]	31
5.4.6	Pojení ultrazvukem [20]	32
6	Materiály podrážek.....	32
6.1	Polyamidy (PA) [22], [14], [23]	32
6.1.1	Rilsan [24], [25], [26]	33
6.2	Termoplastické elastomery (TPE) [27], [28], [29]	33
6.2.1	Pebax [30], [31], [32]	34
6.3	Technologie zpracování materiálů podrážek	35
6.3.1	Vstřikování [34].....	35
	Závěr:.....	36
	Seznam použité literatury	37
	Seznam obrázků.....	40
	Seznam tabulek.....	40

Úvod

Fotbal je kolektivní míčová hra, která je rozšířená po celém světě hlavně díky své jednoduchosti. Ke hře stačí pouze míč, a proto se fotbal hraje i v nejchudších a nejdlehlších místech světa. Celkově hraje fotbal přes 240 milionů hráčů ve více než 200 zemích světa, což činí fotbal nejrozšířenějším sportem planety. Fotbal je světový fenomén, který přináší emoce, díky nimž spojuje lidi po celém světě. Touha po vítězství maže hranice států a přehlíží rozdíly mezi lidskými rasami. Díky zájmu veřejnosti a rozvoji herních strategií se fotbal stává rychlejší a vysoké nároky jsou kladeny nejen na hráče, ale také na jejich vybavení. Fotbalové vybavení musí nejen náležitě chránit zdraví hráče, ale také zajistit dostatečný komfort a pohodlí. Za nejdůležitější součást vybavení fotbalisté všeobecně považují fotbalovou obuv – kopačky. Správně zvolená obuv může ovlivnit výkon hráče. Je důležité, aby střih boty byl co nejpodobnější tvaru nohy a zároveň vyhovoval stylu hry hráče. Výběr kopaček je často ovlivněn reklamou, ve které často figurují hráči světové extra třídy. Společnosti zabývající se fotbalovým vybavením investují vysoké částky do vývoje a inovací, aby právě jejich produkt byl co nejlepší, umožnil hráčům zvládnout vysoké tempo hry a stal se oblíbeným hlavně mezi nejlepšími hráči světa, od kterých se pak šíří po celém světě.

Cílem této práce je nahlédnout do historie fotbalové obuvi, shrnout a popsat vývoj její konstrukce. Seznámit se s materiály, které jsou pro tyto účely používány, charakterizovat jejich vlastnosti, možnosti zpracování a poukázat na možnosti využití těchto materiálů i mimo obuvnický průmysl.

1 FOTBAL

1.1 Historie [1], [2]

Nejstarší zprávy o míčových hrách, ze kterých přirozeným vývojem postupně vznikl fotbal, jsou z Číny z doby kolem roku 3000 př. n. l. Hra se nazývala „su-chu“ a kopalo se do koule se zvířecí kůží vyplněné vlasy nebo peřím. Další prameny pocházejí z Japonska, starého Egypta, starého Řecka nebo z římského impéria. Římané chápali míčové hry nejen jako povyražení, nýbrž také jako prostředek k utužení fyzické síly a duševní rovnováhy. Míčové hry byly zábavou zejména vyšších vrstev a vojáků.

Není zcela jasné, kdo byli první předchůdci moderního fotbalu. Velmi pravděpodobné se zdá tvrzení, že míčové hry byly přivedeny do Anglie při tažení římských legií Evropou už za Julia Caesara, kde se díky vojákům rozšířily mezi místní obyvatelstvo. V dějinách Londýna jsou okolo 12. století zmínky o utkání, které se hrálo mezi dvěma městy. Zápas začínal tím, že se míč položil doprostřed náměstí, zatímco na obou stranách byli seřazeni protivníci. Na každé straně bylo několik stovek lidí. Zápas o míč neměl žádná pravidla. Často docházelo k pustošení majetku a nemilosrdným bitkám, při nichž roztrhané šaty a zlomeniny končetin nebyly výjimkou. Hráči, jimž se podařilo docílit branky, byli oslavováni a po skončení klání nošeni na ramenou. Tato míčová hra byla velmi oblíbená, ale kvůli mnohým zákazům, spojených s hrozbou vězení zájem slábnul. Na definitivní konec to vypadalo během rozmachu průmyslové revoluce v 19. století. V tomto období nic nenasvědčovalo tomu, že by fotbal měl před sebou nadějnou budoucnost. Oživení přinesli studenti středních škol. Mladí lidé totiž nepřestávali hrát fotbal i v jeho nejtemnějších dobách a pedagogové se zvýšeného zájmu mládeže o hry a pohyb v přírodě chytli. Viděli v tom menší zlo, než jaké přinášel pouliční život spojený s alkoholem. Míčové hry podobné fotbalu zapustily na školách kořeny a staly se součástí výchovy a studia. Jednotlivé školy nehrály podle shodných pravidel. Naopak bylo ctí školy, když měla vlastní pravidla. Sjednocení nastalo až koncem 19. století. 26. října 1863 vznikla fotbalová asociace. O dva měsíce později 8. prosince 1863 byla vydána první fotbalová pravidla. O několik let později 16. října 1871 vznikla nejstarší fotbalová soutěž světa a fotbal se postupně začal rozšiřovat do střední Evropy a celého světa.

1.2 Pravidla

1.2.1 Cíl hry [3]

Fotbal hrají proti sobě dva týmy po jedenácti hráčích. Cílem hry je nastřílet soupeři co nejvíce gólů; tým vstřelí gól, když dostane kulatý míč celým objemem za brankovou čáru soupeře. Ke hře mohou hráči použít kteroukoliv část těla s výjimkou rukou, přičemž nejčastěji používají nohy. Výjimkou je brankář, který může v blízkosti své branky používat i ruce. Vítězem se stává družstvo, které po uplynutí časového limitu devadesáti minut vstřelí více branek. Každé utkání řídí hlavní rozhodčí a dva jeho asistenti. Rozhodčí je vybaven neomezenou pravomocí a dbá, aby byla dodržována pravidla hry.

1.2.2 Hrací plocha [3]

Utkání se hrají na přírodních nebo umělých plochách, které mají tvar obdélníku o rozměrech v rozmezí 90 až 120 m x 45 až 90 m. V každém rohu plochy je umístěn praporek. Hrací plochu vymezují pomezí a brankové čáry. Dvě delší strany obdélníka jsou čáry pomezí. Branková čára je vždy kratší strana obdélníku a v jejím středu jsou proti sobě umístěny branky. Každou branku tvoří dvě svislé brankové tyče postavené ve stejné vzdálenosti od rohových praporků. Nahoře jsou tyče spojeny břevnem. U každé branky je vyznačeno pokutové území, to je území, ve kterém může brankář chytat rukama.

1.2.3 Zakázaná hra [3]

Během hry je soupeřům zakázáno do sebe kopat, vrážet a strkat, podrážet se a rvát se. Za zakázanou hru se také považuje hra rukou a nesportovní chování jako je například plivání na soupeře, ale také protesty a nespokojenost s rozhodnutím rozhodčího. Pro zakázanou hru je zažitý výraz převzatý z angličtiny „faul“. Jestliže se hráč dopustí některého z uvedených přestupků, nařídí rozhodčí přímý volný kop. Přímý volný kop se zahrává z místa přestupku. Soupeř může z přímého volného kopu jakkoliv rozehrát nebo vystřelit na branku. Při zakázané hře v pokutovém území je nařízen pokutový kop. Pokutový kop, známý jako penalta, se kope ze vzdálenosti jedenácti metrů od branky. Všichni hráči jsou vykázáni z pokutového území a jediný, kdo může zabránit gólu, je brankář. Penalta je největší šance na vstřelení branky. Za soustavné porušování pravidel, nebo za nesportovní chování může rozhodčí hráče napomenout žlutou kartou. Za surovou hru může být hráč rozhodčím vyloučen; rozhodčí hráče vyloučí udělením červené karty. Červená karta také následuje po udělení dvou žlutých karet.

1.3 Vybavení

1.3.1 Dres a trenýrky [3]

Účelem dresu je snadné rozlišení hráčů obou družstev. Družstva musí mít dresy odlišné barvy nejen od sebe navzájem, ale také od rozhodčího a jeho asistentů. Brankáři mají odlišnou barvu dresu od svých spoluhráčů, soupeřů a rozhodčích. Sportovní kluby mají často dresy v klubových barvách. Dres obsahuje přidělené číslo hráče, často je na dresu znak a jméno klubu; jeden takový dres je uveden na obr. 2 a trenýrky na obr. 1. Při mezistátních zápasech bývají na dresu státní symboly. Velmi často jsou na dresu také reklamy. Účel dresu nemusí být pouze estetický, ale může být i funkční. Pokud je vyroben z vhodného materiálu, dokáže odvádět pot a udržuje tělo fotbalisty v suchu. Dresy z významných zápasů se stávají součástí sběratelských sbírek.



Obr. 2 Fotbalový dres týmu FC Viktoria Otrokovice



Obr. 1 Fotbalové trenýrky číslo 7 týmu FC Viktoria Otrokovice

1.3.2 Chrániče holení a stulpny [3]

Chrániče holení patří do povinné výbavy fotbalisty. Chrání hráče před bolestivými zraněními holeně a nepříjemnými kopanci. Chrániče mohou být rozšířeny o chránič kotníku. Na noze chránič drží díky suchému zipu s páskem v horní části a ve spodní části díky chrániči kotníku. Dalším typem uchycení jsou dva pásky na suchý zip v horní i spodní části. Poslední

varianta je uložení chrániče do speciálního návleku. Chrániče musí být zakryty stulpnami, které mají barvu dresu. Příklad stulpen je uveden na obr. 3 a chráničů na obr. 4 [4].

1.3.3 Míč [3]

Míč je nejdůležitější částí vybavení. Je to kulatý předmět vyplněný stlačeným vzduchem. Velikost míče se označuje číslicemi od jedné do pěti. Číslo pět je největší a číslo jedna nejmenší. Nejběžněji používaný míč velikost pět je na obr. 5. Děti a žáci používají míče menších velikostí (čtverku nebo trojku). Na míči podle pravidel nesmí být jakákoliv reklamní označení s výjimkou oficiální značky výrobce míče.

1.3.4 Kopačky [5], [6]

Kopačky jsou specializovaná obuv pro sportovní hru fotbal. Od běžné obuvi se liší hlavně podrážkou, na ní mají 6 až 12 kolíků různých tvarů, jejichž účelem je zabránit prokluzu při prudké změně směru v průběhu hry. Speciálním druhem kopaček jsou turfy, které mají na podrážce nespočet malých gumových špuntů. Turfy se hodí na všechny tvrdší povrchy, konkrétně na umělou trávu nebo tartan. Za zmínku také stojí sálová obuv, která se mezi kopačky neřadí, ale do výbavy fotbalistů určitě patří. Má hladkou protiskluzovou podrážkou a je vhodná na sálový fotbal nebo futsal.



Obr. 5 Černé fotbalové stulpny



Obr. 4 Chrániče Adidas „Ghost Lite“ [4]



Obr. 3 Oficiální fotbalový míč finále Ligy mistrů 2016

2 FOTBALOVÁ OBUV

2.1 Fotbalová obuv na počátku 19. století [7]

Na počátku historie moderního fotbalu se jako kopačky používaly vysoké pracovní boty s vyztuženou ocelovou špičkou (obr. 6 [8]). Díky výšce sahající nad kotníky, někdy až do poloviny lýtek, byly velmi dobře chráněny kotníky a v případě vyšší obuvi i část holenní kosti. Tyto mohutné a těžké boty byly vyrobeny z tlusté kůže. Při deštivém počasí kůže nasákla vodu a svou hmotnost až zdvojnásobila. Pro lepší stabilitu na náročných terénech se do obuvi vtloukaly „cvoky“, které byly připevněny napevno a nedaly se vyměnit.

Výhody:

- Ochrana nohy
- Stabilita

Nevýhody:

- Vysoká hmotnost
- Špatný cit na míč
- Nepohodlnost



Obr. 6 Fotbalová obuv v 19. století [8]

2.2 Fotbalová obuv po první světové válce [9]

Fotbalová obuv byla po dlouhou dobu stále stejná. Pokus o revoluci v obouvání přišel až po první světové válce. Nejednalo se o uzavřenou botu, ale spíše o jakýsi vak, do kterého vklouzla přední část šlapky. Vak chránil prsty a zánártní kosti. Pata zůstala nechráněná. Bota připomínala spíše sandál, který byl ke kotníku přivázán pomocí dvou pásek (obr. 7 [9]). Hráči měli v botě výborný cit na míč, ale stupeň ochrany byl žalostný. Bota se neuchytila hlavně z praktických důvodů.

Výhody:

- Volnost pohybu
- Cit na míč

Nevýhody:

- Nedostatečná ochrana
- Necitlivost na povětrnostní podmínky



Obr. 7 Fotbalová bota z období po první světové válce [9]

2.3 Fotbalová obuv v rozmezí let 1940 až 1960 [7], [6]

Obuv se začala velmi rychle vyvíjet a radikálně se měnil hlavně materiál. V uvedených letech jsou kopačky vyráběny ze směsi syntetických materiálů a kůže, výška se snižuje nad kotníky. Jsou vynalezeny první šroubovatelné kolíky a do bot se vkládají vložky, aby šlapka nebyla otláčena od kolíků. Je odstraněna těžká ocelová špice. Příklad kopačky je na obr. 8 [7]. Celkově jsou odstraněny nevýhody předchozích modelů a rozvíjí se především cit nohy při kontaktu s míčem.

Výhody:

- Hmotnost
- Flexibilita
- Cít na míč
- Pohodlnost

Nevýhody:

- Odolnost materiálu
- Jedno barevné provedení



Obr. 8 Kopačka z padesátých let 20. století [7]

2.4 Fotbalová obuv v letech 1970 až 2000 [7], [10]

Technologický pokrok jde obrovskými kroky vpřed. Výška obuvi klesá pod kotník. Podrážka a svršek se vyrábí odděleně a k sobě jsou připojeny až po vyrobení za pomoci lepidla a malých nýtů. Podrážky se vyrábí z pružných plastů. Rozvíjí se plochy pro kontrolu míče. Svršky obuvi jsou z plně syntetických materiálů nebo ze směsi přírodních a syntetických materiálů. Svršek se skládá z několika částí sešitých k sobě. Kopačky jsou velmi podobné těm dnešním. Objevují se různá barevná provedení.

Výhody:

- Pohodlnost
- Cít na míč
- Odolnost materiálu
- Rozsah pohybu

Nevýhody:

- Nutnost údržby
- Kotník není chráněn



Obr. 9 Kopačka Adidas - Copa Mundial [10]

Fotbal je v tomto období velmi populární. Trh ovládly 3 největší firmy Adidas, Puma, Nike, které se předhánějí, kdo přijde s revolučnějším designem. V 70. letech vznikl nejprodávanější model všech dob kopačka od firmy Adidas - Copa Mundial, vyrobená z kloaní kůže (obr. 9 [10]). Tento model se prodává ještě dnes.

Ve stejném období také začala výroba gumotextilních kopaček. Svršek vyrobený z textilu v kombinaci s gumovou podrážkou tvoří velmi lehkou a levnou variantu obuvi. Guma má vysoký stupeň odolnosti proti otěru tudíž je kopačka použitelná i na terénech, na kterých se fotbal běžně nehraje, např. na betonu. Gumotextilní kopačky jsou považované za univerzální sportovní botu vhodnou zejména pro děti (obr.10).

Výhody:

- Univerzálnost
- Cena
- Hmotnost

Nevýhody:



- Necitlivost na povětrnostní podmínky
- Odolnost svrškového materiálu



Obr. 10 Dětské gumotextilní kopačky

V tomto období se také kopačky začaly rozdělovat podle povrchu, na který jsou vhodné. Šroubovatelné kolíky jsou používány na mokrou a rozbředlou travu, nevyměnitelné lisované kolíky jsou využívány na trávník za standardních podmínek. Ve fotbalovém slangu je pro kopačky se šroubovatelnými kolíky zažitý pojem „kolíky“ a pro kopačky s lisovanými kolíky „lisovky“. Každá kopačka má od svého výrobce přesně specifikováno, na který povrch je vhodná. Typy podrážek, jejich vhodnost a označení je zobrazeno v tabulce 1 [6].

Tab. 1 Typy podrážek a vhodnost použití [6]

Označení		Typ podrážky	Povrch	Obrázek
SG	soft ground	kolíky	měkká a mokrá přírodní tráva	
FG	firm ground	lisovky	pevná přírodní tráva	
HG	hard ground	lisovky	tvrdá a suchá přírodní tráva, škvára, písek	
AG	artificial ground	lisovky	umělá tráva	
TF	turf	turfy	tvrdý, suchý povrch a umělá tráva	
IN	indoor	sálová obuv	sálový povrch	

2.5 Fotbalová obuv 21. století [5], [11], [12], [6], [13]

Kopačky za 200 let své existence prošly obrovským funkčním i designérským pokrokem. Od počátku fotbalových dějin, kdy byla bota velká a těžká, se kopačky díky vývoji, výzkumu a komerčnosti vyvinuly až do špičkové podoby. Na první pohled se může zdát, že inovace v koncepci moderní fotbalové obuvi jsou omezeny na množství často přezdobených barev a log, ale ve skutečnosti došlo ke spoustě inovací, které mají rozsáhlé dopady na výkon a hru. Některé z nich se mohou zdát až neuvěřitelné.

Rapidně se snížila hmotnost. S rozvojem netkaných textilií jsou syntetické usně výrazně lehčí. Šroubovatelné kolíky, dříve vyráběné z hliníku, jsou nahrazeny až 4x lehčími slitinami hořčíku. Rekordně nejlehčí kopačka představená v březnu roku 2016 vážila pouze 99 gramů.

Konstrukce svršků obsahují maximálně jeden šev a dají se považovat za monolitické. Odstraněním švů je zvýšena odolnost svršku kopačky. Asymetrické šněrování snižuje tlak na žíly a nervy procházející nártem nohy a zároveň poskytuje rovnější a větší kopací plochu. Do oblasti vnitřního nártu se zapouštějí žebra, pro lepší rotaci míče při centrování. Většina moderních modelů nemá jazyk. Ten je nahrazen elastickou gumou, která přilnutím k noze vyplňuje prázdný prostor mezi nártem a svrškem boty. Fotbalisté obecně potřebují těsnější obutí, ve srovnání s jinými sporty, jako je např. běh, kde boty poskytují jeden až dva centimetry volného prostoru kolem prstů. Přilnavost umožní lepší manipulaci s míčem, nesmí však být přehnaná; pokud jsou v průběhu času na nohy vyvinuty nadměrné tlaky, mohou vést k bolestem a zraněním. V tomto smyslu je pohodlnost nejdůležitějším faktorem pro konstruktéry, kteří mají snahu inovovat nejen plochy pro kontrolu míče, ale hlavně rozvíjet střih, aby úroveň shody mezi nohou a tvarem boty byla co největší. Na pohodlí je kladen velký důraz, a proto jsou podrážky vkládány na vzduchový polštář a jsou konstruovány tak, aby co nejlépe vnikaly do terénu a měly co největší kontaktní plochu a díky ní i lepší stabilitu a akceleraci. Pro zvýšení pohodlí jsou do bot vkládány anatomicky tvarované vložky. Elastická guma končí pod kotníkem v oblasti šněrování, nebo pokračuje nad kotník a uzavírá ho do jakési ponožky. Ponožka tvoří bandáž kotníku a při hře ho chrání a zpevňuje. Nevýhodou ponožky je, že se časem vytáhá a ztratí svou elasticitu, přesto některé modely šněrování postrádají úplně a bota drží na noze pouze díky přilnavosti ponožky. Vynechání šněrování přináší dokonale čistý kop nártem a další snížení hmotnosti.

Některé konstrukce kopaček jsou speciálně upraveny tak, aby bylo možno do prostoru v podrážce vložit speciální čip „miCoach“, který dokáže změřit pohybové veličiny jako například maximální rychlost vyvinutou během hry, uběhnutou vzdálenost, průměrnou rychlost apod. Díky těmto datům je možné vytvářet osobní statistiky a porovnávat je s přáteli na sociálních sítích nebo se srovnávat přímo s profesionálními sportovci.

V tomto období kopačky nejsou rozlišovány pouze podle povrchů, pro který jsou vhodné, tak jako tomu bylo dříve, ale také podle funkce. Fotbalová obuv je rozdělena podle funkčnosti na kopačky na rychlost, zakončení, přihrávku a na stabilitu a pohodlí. U kopaček na rychlost je bota uzpůsobena do tvaru atletické tretry. Výrobci garantují, že díky tvaru a pohodlnosti dokáže hráč vyvinout větší rychlost. Kopačky na zakončení mají tvrdší svršek, díky kterému hráč dokáže udělit míči větší energii. Kopačky na přihrávku mají na svém svršku inteligentní polštářky, které reagují na techniku kopu. Při přihrávce na větší vzdálenost ztuhnou a při kontaktu udělí míči větší rychlost a naopak při citlivém zpracování fungují jako měkké polštářky, které míč tlumí. Kopačky na stabilitu a pohodlí mají silnou podrážku a vysoké špunty. Konstrukcí připomínají starší typy kopaček z přelomu tisíciletí. Rozdělení podle povrchů stále setrvává a funguje po boku rozdělení dle funkčnosti. Jediná změna nastala u podrážek na měkký povrch. Kolíkové kopačky jsou doplněny o čtyři až pět lisovaných špuntů a tím vytváří kombinaci lisovaných a vyměnitelných kolíků tzv. „lisokolíky“. Čistě kolíkové kopačky už nejsou vyráběny.

3 KŮŽE [14], [15]

Kůže je jedním z nejstarších přírodních materiálů. Od pravěku se zvířata lovila pro maso a kůže se stávala druhotnou surovinou. Kůže živočichů tvoří mechanicky odolný obal těla a má řadu funkcí, např. udržuje tělesnou teplotu, brání organismus před mikrobiálním napadením, působí jako regulátor obsahu vody, zprostředkovává hmatové podněty, vylučuje z těla nežádoucí látky a podobně. Přibližné složení kůže všech živočichů je zobrazeno v tabulce 2 [14]. Nevýhodou surových kůží je, že ve vlhkém prostředí zahnívají a rozkládají se. Při vyšších teplotách vysychají, ztuhnou a lámou se.

Tab. 2 Složení kůže živočichů [14]

Látka:	Obsah: [hmot. %]
Voda	50 až 70
Bílkoviny	33 až 35
Tukové látky	0,5 až 30
Minerální látky	0,2 až 0,6

3.1 Zpracování kůže [14], [15], [16]

Čerstvě stažená kůže se musí hned zpracovat nebo konzervovat do doby, než se dopraví do koželužské dílny. Konzervace zabrání hnilobným a rozkladným procesům, které nastávají okamžitě po porážce zvířete. Konzervace se dosahuje snížením obsahu vody sušením, snížením teploty zasypáním ledem a chemickou změnou bílkovin pomocí solného roztoku. Samotné zpracování je náročný proces, který obsahuje několik po sobě jdoucích operací. Tloušťka a hustota kožních vláken není stálá, proto kůže nemá ve všech místech stejné vlastnosti a vyžaduje individuální přístup zkušeného pracovníka. Automatizace je téměř vyloučená, což je hlavní důvod vyšší ceny výrobku.

Jako první se surová a částečně již vysušená kůže ukládá do námoku. Účelem namáčení je odstranit všechny nečistoty a konzervační činidla. Tento proces se v dřívějších dobách prováděl v jámě, které se nazývala „kyselka“. Celý proces trval asi týden. Dnes jsou do námoku pro urychlení přidávány tzv. přiosťrovadla, např. hydrogenuhličitan sodný. Všechny nečistoty zbavená kůže je loužena. Tímto procesem se uvolní póry a z kůže se snadněji odstraňují chlupy. Kůže zároveň nabobtná a stane se přístupnější k přijímání dalších činidel prostředků. Loužení se provádí zasypáním hydroxidem vápenatým přiosťřeným sirníkem sodným. Po vytažení z vápenného roztoku je nutné z kůže mechanicky odstranit chlupy. Mízdřením se z rubu kůže odstraní podkožní vazivo se zbytky svalů a blan. Mízdření je prováděno na mízdřicích strojích. Kůže zbavená mázdry je důkladně očištěna a je zbavena podrostu, který zbyl po ochlupení. Zároveň je důležité odstranění posledních zbytků vápenné vody. Kdyby kůže od pozůstatků srsti nebyla dokonale zbavena, mohlo by dojít k nestejněměrnému vyčinění. V současnosti jsou k odvápnění používány organické nebo anorganické kyseliny a neutralizační soli. Dále je kůže štípána. Cílem štípání je získat ve všech bodech kůže stejnou tloušťku a urychlit činění. Odřezané pásy kůže se nazývají štípenky a jsou dále používány jako plnohodnotný materiál. Následující proces moření je proces, při kterém je kůže zbavována nežádoucích látek. Mořidla jsou enzymatické prostředky umožňující rozpuštění nežádoucích produktů, např. bílkovin – kolagenů, zbytků pokožky, chlupů a podobně. Takto připravená kůže se nazývá holina. Poslední nejdůležitější úsek zpracování kůže se nazývá činění. Je to fyzikálně chemický pochod, při němž je holina přeměňována na useň pomocí vyčínujících látek - činiva. Rozeznáváme činiva organického i anorganického původu. Činiva organického původu jsou sloučeniny například trojmocného chromu nebo hliníku. Mezi organická činiva se zařazují tříslloviny přírodní i syntetické, rybí tuky, aldehydy a formaldehydy. Uplatňovány jsou také způsoby kombinovaného činění, kdy se holina předčinní jedním činivem a dočinní jiným. Například je předčinněna sloučeninami chromu a dočinněna třísllovinami, nebo rybím tukem a formaldehydem. Obecně jde při činění o dva pochody - o difuzi činiva do struktury kožní hmoty a potom o chemickou reakci mezi činivem a kožními vlákny. Kožní vlákna nejsou slepena v rohovitou hmotu a díky činění jsou udržena ve volném a pohyblivém stavu. Takto upravená kůže se nazývá useň.

3.2 Useň [17], [14], [18]

Useň je surová kůže upravená chemickými pochody na technický produkt, který je prověřen ve svých užitkových, estetických i zpracovatelských vlastnostech tisíciletou praxí. Oproti surové kůži má useň zvýšenou odolnost proti působení mikroorganismů a má také velmi dobré hygienické vlastnosti, tou nejdůležitější je propustnost plynů a par. Typické vlastnosti jsou ohebnost, pružnost a odolnost proti otěru. Největší nevýhodou je značná strukturální a geometrická nestejnorodost, v důsledku čehož jsou mechanické vlastnosti jednotlivých usní, a to i usní stejného druhu, značně rozdílné; usně mají rozdílnou tloušťku i hustotu spleti kožních vláken. To má za následek nerovnoměrnou pevnost v tahu v jednotlivých místech. Useň je materiál značně anizotropní. Rozlišujeme je podle druhu zvířat, ze kterých pochází. Jsou to např. hovězí, koniny, kůzlečiny a jiné. Zvláště ceněnou je mezi nimi kloaní kůže. Výjimečná je díky schopnosti uchovat si pevnost při velmi malých tloušťkách. Důvodem jsou svazky vláken kolagenu orientované rovnoběžně s povrchem kůže, které má kloan rovnoměrně rozdělené po celé tloušťce. Ostatní kůže jsou v příčném řezu mnohem složitější, a proto mají více slabých míst. Např. v porovnání s usní z krávy je lehčí a má až 10 krát vyšší modul pružnosti v tahu. Kloan patří v Austrálii mezi chráněná zvířata. Povolené je lovit pouze přemnožené druhy v malém množství. Přesto mnoho lidí považuje toto opatření za nedostačující, a tak proti lovení kloanů vystupuje řada aktivistů.

Usně nachází uplatnění v mnoha různých odvětvích. Z usní jsou vyráběny kabelky, ortopedické náhrady nebo sedadla automobilů. V technické praxi se využívají na výrobu hnacích řemenů a těsnění. Useň má své místo i v oděvnickém průmyslu, kde je používána na pláště, bundy a čepice. Největší využití však díky svým vlastnostem našla v obuvnickém průmyslu. Kloaní usně jsou populární ve výrobě motocyklových oděvů, dále jsou používány v oblastech automobilového čalounictví pro výrobu kopaček a módních doplňků.

4 SYNTETICKÉ USNĚ [14], [17]

Přírodní useň je klasickým materiálem pro výrobu obuvi, a pro tento účel využívána od prehistorických dob. Úsilí nahradit přírodní useň umělou vychází ze snahy o automatizaci výroby. Syntetická useň má na rozdíl od přírodní přesně definované plošné útvary, jejichž základní mechanické vlastnosti jsou v celém rozsahu daného materiálu stejné. Díky těmto vlastnostem není třeba individuální přístup pracovníka, jako tomu bylo u přírodní usně, ale naopak je možné formulovat reprodukovatelný program pro automaticky řízený stroj.

4.1 Historie syntetické usně [14], [17]

První pokus o výrobu materiálu, který by bylo možné označit jako umělou useň, se objevil v 18. století. Jednalo se o tkaný textilní materiál s nánosem fermežové barvy, obsahující různá plniva jako např. litopon (ZnO), kaolin apod. Vlastnostmi se pochopitelně takový materiál s usní nedal srovnávat. Poněkud lépe obstál ve srovnání s pravou usní výrobek vyrobený v šedesátých letech 19. století, známý pod označením „nitrokoženka“. Výrobní princip zůstal stejný, jen místo fermežové barvy byl použit nitrát celulosy v kombinaci s vhodnými změkčovadly, která dodávají nitrocelulosovému nánosu větší flexibilitu. Nevýhodou bylo, že po vytěkání změkčovadel se nitrocelulosový film stával poměrně křehký a málo odolný při namáhání ohybem. Materiál rychle stárnul a praskal. Ve čtyřicátých letech 20. století přišlo další zdokonalení. Prudký rozvoj plastů umožnil nanesení na textilní podklad nejprve měkčeného polyvinylchloridu, později polyamidu a konečně polyuretanů, které jsou dodnes velmi ceněnými polymery pro výrobu syntetické usně. V roce 1952 byla v USA vytvořena lehčená koženka, ta vznikla nanesením vrstvy lehčeného polyvinylchloridu na textilií. Lehčený polymerní film přinesl vylepšení především v oblasti hmotnosti a tepelné izolace. Tyto koženky však nedosáhly potřebných hygienických vlastností, jako jsou propustnosti

plynů a par. Propustnost plynů a par hraje při volbě obuvnického materiálu velmi významnou roli. Nepropustný materiál může způsobit nejen dočasný diskomfort, ale také zdravotní problémy. Hygienické vlastnosti se podařilo zlepšit zavedením polymerních filmů s vyšším podílem průchodných pórů. Nánosové textilie s takovou polymerní vrstvou jsou označovány jako koženky s hygienickými vlastnostmi. Novou etapu vývoje syntetických usní zahájila o 10 let později v roce 1962 firma Du Pont de Nemours Inc., která uvedla na trh pod komerčním označením „Cofram“ materiál, který se vyznačoval porézní strukturou velmi podobnou struktuře přírodní usně. Zatímco předcházející syntetické materiály byly spíše pouhé náhražky přírodní usně, Cofram byl materiál uváděný na trh jako materiály prvotřídní, v některých ohledech mající lepší vlastnosti než přírodní usně. Technickým termínem pro označení takovýchto materiálů se stal „poromer“ (POROUS polyMERIC).

4.2 Podkladové materiály [14]

Základní nosnou složkou syntetických usní jsou podkladové materiály, jejichž účelem je přiblížit mechanicko-fyzikální vlastnosti, především pevnost a rozměrovou stabilitu, vlastnostem přírodních usní a usnadnit jejich zpracování. Volba podkladového materiálu závisí na požadovaných vlastnostech, vzhledu a předpokládané aplikaci výrobku. Na podkladový textil je kladena řada požadavků. Jeden z nejdůležitějších je krátkodobá odolnost vůči vyšším teplotám, protože podkladový materiál je při nanášení polymerního systému vystaven 10 až 15 minutovému působení teploty okolo 160 °C.

Ačkoliv je možné vyrobit usním podobné materiály bez podkladu, mají takové výrobky velmi omezené praktické použití, především pro své velmi špatné mechanické vlastnosti. Pro obuvnickou výrobu nepřicházejí v úvahu a využívají se jen omezeně např. pro výrobu drobné galanterie.

4.2.1 Papír [14]

Jedná se o podřadný podkladový materiál. Materiály s takovýmto podkladem se aplikují jen pro výrobu tiskařských pláten nebo tapet, případně k výrobě levných kufrů a drobné galanterie. Papír musí mít stejnoměrnou tloušťku, nesmí být hlazený a nesmí obsahovat složky parafinických plniv, nebo jiných látek, které by zhoršovaly adhesi mezi papírem a polymerním filmem.

4.2.2 Textilie [14]

Textilní materiály jsou nejčastější podkladový materiál. Textilie musí mít stejnoměrnou tloušťku, povrch bez vyvýšenin, povrchových nečistot a volných vláken, která by se mohla v průběhu výroby uvolňovat a zhoršovat vzhled líce. Textilie by také měla mít co nejpodobnější pevnost v podélném i v příčném směru. Důležité je, aby neobsahovaly barviva a látky parafinického typu, nebo jiné přísady, které by mohly migrovat do polymerního filmu lícové vrstvy.

Jako podkladové textilie mohou být využity přírodní textilie, tkaniny nebo úplety. Ty však nejsou pro obuv příliš vhodné. Jsou využívány spíše na syntetické usně galanterní, čalounické nebo oděvní. V drtivé většině jsou jako podkladový materiál používány netkané textilie - rouna. Pro rozsáhlost problematiky netkaných textilií je jim v této práci věnována celá kapitola č. 5.

4.3 Lícové vrstvy [14]

Pro výrobu lícových vrstev plastických usní je patentově chráněna řada polymerních systémů. V praxi se nejčastěji uplatňují plastisoly polyvinylchloridu a roztoky polyamidu.

Druhou nejpoužívanější variantou jsou disperse karboxylovaných kaučuků (latexy) a polyuretany. Nejméně jsou využívány polyamidy a polyakryláty, ty se uplatňují jen ve funkci konečné úpravy líce, neboť se v zásadě tyto materiály používají i pro finiš přírodních usní.

4.3.1 Lícové vrstvy na bázi PVC [14]

Základem je směs polyvinylchloridu a změkčovadla, obecně označována jako plastisol PVC. Při výrobě lícových vrstev plastických usní je využíván pastotvorný PVC schopný vytvářet se změkčovadlem zpracovatelnou dispersi. Tato schopnost je vázána na velikost částic a jejich tvar. Částice cenosférické rychle solvují (váží změkčovadlo) a dávají vznik viskosnějším pastám. Částice plenosférické solvují pomaleji a dávají pasty tekutější s menší viskositou. Každý komerčně dostupný pastotvorný PVC obsahuje oba typy částic v určitém poměru, který určuje tekutost vzniklé pasty. Změkčovadla jsou nejčastěji alkylestery kyseliny ftalové, sebakové, fosforečné, nebo jejich směsi. Poměr změkčovadla k polymeru v plastisolu je přibližně 1:1.

Kromě základního polymeru PVC a změkčovadla obsahuje polymerní systém pro lícovou vrstvu barvicí přísady, dodávající výrobku potřebný barevný odstín. V této funkci se používají jak levnější anorganické pigmenty, tak i dražší organické. Anorganické mají dobrou stálost barvy na světle, ale nižší barvicí mohutnost. Organické pigmenty jsou ve vodě a změkčovadle nerozpustné, obvykle jsou méně stálé na světle a mají vyšší barvicí mohutnost.

Významnou komponentou jsou stabilisátory zvyšující odolnost základního polymeru proti zvýšené teplotě při zpracování. Stabilisátory jsou schopny vázat chlorovodík vznikající při degradaci PVC. PVC se musí stabilizovat i před účinky UV záření, které má na něj silnější degradační účinek. Obsah stabilisátorů ve směsi závisí na jejich účinnosti, ale obvykle se pohybuje v mezích 1-5 % u stabilisátorů tepelných a 0,2-3 % u stabilisátorů světelných.

Lícové vrstvy na bázi PVC jsou v současnosti dosti rozšířené, ale nejsou z ekologického hlediska perspektivní. Finální výrobky jsou likvidovány spalováním a při teplotách 1000 až 1200 °C vzniká řada kancerogenních produktů. Navíc spalování za takhle vysokých teplot je nákladné a vyžaduje speciální zařízení. Při spalování vznikají chlorovodíky, které je třeba zachycovat ve speciálních filtrech nebo promývacích věžích. Náklady na ekologicky přijatelnou likvidaci PVC přirozeně zhoršují celkový ekonomický efekt.

4.3.2 Lícové vrstvy na bázi polyuretanů [14]

Tyto vrstvy jsou daleko perspektivnější, jejich filmy mají výbornou odolnost proti otěru při zachování vysoké flexibility. Teplotní rozsah trvalého použití je vymezen teplotami od -40 po 70 °C. Pro docílení dobrých vzhledových efektů polyuretanových lícových vrstev se pracuje s anorganickými i organickými pigmenty a dalšími přísadami. Například matovací přípravky jsou založeny na oxidu křemičitém. Plnivem může být uhličitán vápenatý nebo častější prášková celulóza.

4.3.3 Lícové vrstvy na bázi polyamidů [14]

Polyamidy jako základní polymery lícových vrstev plastických kůží a jsou uplatňovány spíše výjimečně. Častěji jsou využívány jako impregnační materiály netkaného textilu. Směsné polyamidy připravené z PA 6 a PA 66 v poměrech 75:25 až 35:65 poskytují stabilní roztoky v alkoholech, stejně jako modifikované polyamidy získané působením formaldehydu na polyamidy v metanolu (N-methoxy-methylpolyamidy). Modifikované polyamidy jsou lépe rozpustné.

4.3.4 Lícové vrstvy na bázi akrylových polymerů [14]

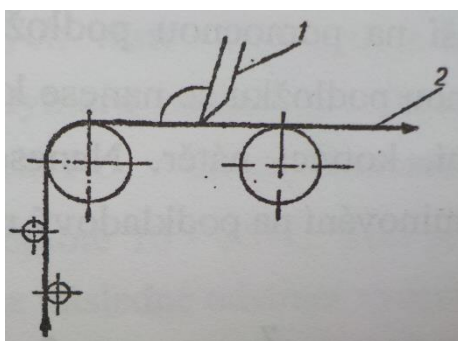
Akryláty jsou polymery s vynikajícími mechanickými vlastnostmi, velmi dobrou odolností proti povětrnostním účinkům a jejich filmy mají vysokou odolnost proti opakovatelnému ohybu. Odolávají působení vody, rozpouštějí se v organických rozpouštědlech.

Používají se pro finiš poromerních i přírodních usní. Nejčastěji jsou ve formě vodných disperzí s obsahem sušiny 40 až 50 %. Přispívají k zvýšení vzhledové podobnosti mezi přírodní a syntetickou usní.

4.4 Technologie výroby lícových vrstev [14]

Rozlišujeme čtyři základní výrobní postupy lícových vrstev: přímé natírání, nepřímé natírání, nánosování a vtírání. Volba výrobního postupu závisí na charakteru lícové vrstvy.

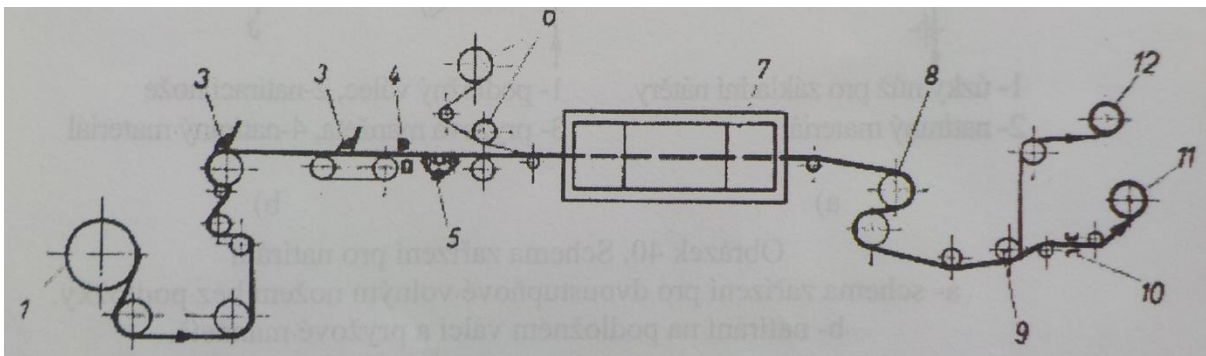
Při přímém natírání se pomocí roztíracího nože nanáší na podkladový materiál dva až šest nátěrů pasty, jejíž vlastnosti se mohou nános od nánosu měnit. Základním požadavkem je dostatečná pevnost podkladu dovolující snášet napětí nanášecího zařízení. Konstrukce nanášecího zařízení jsou různé. Základem je vždy natírací nůž. Dále se natírání může vést na podložním válci a pryžové manžetě, nebo volným nožem bez podložky. Schéma tohoto způsobu je zobrazeno na obr.11 [14]. Pastu také lze nanášet pomocí nanášecího válce a stíracího nože. Poslední variantou nanášení je pomocí rastrovaných válců. Podkladový materiál je veden do želatinačního zařízení sestaveného z vyhřívané komory s vestavěným transportním zařízením. Komora je vyhřívána horkým vzduchem. Při průchodu želatinační komorou se nátěr pasty zahřeje na želatinační teplotu a vytvoří povrchový film na podkladovém materiálu.



- 1) úzký natírací nůž
- 2) natíraný materiál

Obr. 11 Schéma přímého natíracího zařízení [14]

Při nepřímém natírání (obr.12 [14]) se pasta nanáší na pomocnou podložku. Jednotlivé nánosy se vytváří obráceným postupem; na pomocnou podložku se nanese krycí nátěr, pak střední vrstva a na závěr základní kotvící nátěr. Nanesené vrstvy se předželatinují a dokončení želatinace probíhá při laminování na podkladový materiál. Podkladovým materiálem je většinou pletenina, která se spojuje se separátně připravenou lícovou vrstvou laminováním za mokra, nebo se poslední nátěr jen předželatinuje a želatinace se dokončí při laminování na podkladovém materiálu, případně se laminace provede za použití vhodných lepidel. Výhodou tohoto postupu je snadné dosažení různých povrchových efektů (dezénů) na lícové vrstvě.



Obr. 12 Schéma nepřímého natírání lícové vrstvy [14]

- | | |
|--|---|
| 1) odvíjení pomocné podložky | 8) chladicí válece |
| 2) natírací předloha | 9) separace pomocné podložky a plastické kůže |
| 3) natírání pasty | 10) automatické naváděče okrajů |
| 4) bezdotykové měření tloušťky | 11) navíjení pomocné podložky |
| 5) přísavný pásový dopravník | 12) navíjení plastické kůže |
| 6) odvíjení podložky a laminace do pasty | |
| 7) želatinační komora | |

Další vhodné metody jsou nánosování a vtírání. Nánosováním se rozumí navrstvování pasty na podkladový materiál ve válcovacích strojích při stejné rychlosti pracovních válců, na rozdíl od vtírání, kde jsou rychlosti pracovních válců rozdílné. Pracuje se s teplou, zželatínovanou pastou, která se dávkuje do štěrbin mezi dva válce. Lícová vrstva může být tvořena přímo na nosné podkladové vrstvě, nebo odděleně na pomocné podložce a na nosnou podložku laminována pomocí vhodných lepidel. Pro zlepšení vzhledu a omaku se aplikují na lícové vrstvy syntetických materiálů různé finiše, nejčastěji založené na vodných dispersích akrylátových polymerů.

4.5 Druhy syntetických usní

4.5.1 Plastické usně lehčené [14]

Plastické usně lehčené jsou pružné a ohebné. Vynikají teplým omakem. Vyrábějí se technikou přímého nebo nepřímého natírání na pomocné podložce. Podkladovým materiálem je tkanina nebo pletenina. Střední nebo základní nános je nahrazen filmem s uzavřenými póry. Základní nátěr může být nelehčený, nebo lehčený pomocí nadouvadla, nejčastěji dusíku. K rozkladu nadouvadla může docházet před želatinací pasty, pak lícová vrstva obsahuje více otevřených pórů, v průběhu želatinace, pak je poměr otevřených a uzavřených pórů závislý na kritické teplotě rozpouštění změkčovadel, nebo po vlastní želatinaci pasty, tento případ je nejčastější a považuje se u lehčených koženek za nejvýhodnější.

4.5.2 Plastické usně hygienické [14]

Charakteristickým rysem těchto lícových vrstev je částečná propustnost, které je dosaženo díky úpravě ve výrobním procesu. Tyto úpravy mohou být prováděny několika odlišnými postupy mechanického, nebo fyzikálně mechanického charakteru. Hotové plastické usně mohou být např. mechanicky proděrovány jehlami upevněnými na desce nebo válci.

Dosažené propustnosti jsou minimální. Dalšími variantami mechanického postupu je aplikace elektrického výboje nebo nanesení nesouvislého polymerního filmu. Dosažené propustnosti, ani u jednoho z postupů, nedosahují o mnoho lepších výsledků. Fyzikálně mechanické způsoby zvyšování propustnosti jsou založeny na přítomnosti přísad, které vytvářejí v polymerním filmu póry již v průběhu výroby. Jako přísady jsou obecně používány látky, které lze vymýt vodou např. NaCl. Výsledné propustnosti jsou vyšší než u prvního způsobu, ale z hlediska zdravotně nezávadného obouvání jsou stále nedostačující. U lícových vrstev založených na polyuretanových systémech lze dosáhnout porosity postupným zvyšováním koncentrace srážedla v roztoku polymerního systému. Zpravidla se pracuje se systémem dimethylformaldehyd – voda. Jde o techniku využívanou při výrobě poromerních materiálů s rozdílem, že podkladovým materiálem nejsou netkané textilie, ale tkaniny nebo pleteniny. Další postup výroby porézních lícových vrstev je koagulací (srážením) vodných dispersí karboxylovaných elastomerů (latexů) v důsledku zvýšené teploty. Někdy jsou takové materiály označovány jako „koagulované koženky“.

Ostatní mechanické vlastnosti zůstávají v podstatě na stejné úrovni, jako u materiálů předcházejících typů, s výjimkou nižší plošné hmotnosti. Tažnost lze regulovat volbou podkladového materiálu. Hygienické usně jsou oproti poromerům tenčí a levnější. Aplikují se na mechanicky málo namáhané dílce. Z oblasti je obuvi je to např. dámská obuv.

4.5.3 Poromery [14]

Poromery jsou vrstvené materiály skládající se z pokladového a svrškového materiálu. Podkladová vrstva je nejčastěji z netkaných textilií. Vedle netkaných textilií mohou být použity impregnované polymerní roztoky nebo disperse polyuretanových elastomerů, výjimečně disperse karboxylovaných kaučuků.

Lícová vrstva je tvořena polymery polyuretanového typu, obsahující otevřené a vzájemně propojené póry, usnadňující srovnatelnou difusi plynů a par s běžnou přírodní usní. Na podkladový materiál jsou nanášeny mikroporézní vrstvy, většinou na bázi polymerů polyuretanového typu. Rozsah, ve kterém jsou póry vzájemně propojovány, je základním faktorem, který určuje schopnost poromerů propouštět plyny a páry. Prodyšnost je jedna ze zásadních předností poromerů před ostatními typy syntetických usní. Horní část mikroporézní lícové vrstvy je pigmentována, případně má vytlačen dezén a její porozita je nižší než u předcházejících vrstev. Důvodem je snaha dosáhnout větší odolnosti proti mechanickému poškození: okopnutí, ohýbání, oděru apod. Na tuto vrstvu se nanáší povrchová úprava, která může být kontinuální nebo diskontinuální a zpravidla, je založená na polyakrylátech, které jsou využívány i pro povrchovou úpravu přírodních usní. Vzhledová podobnost poromerů s přírodní usní je na vysoké úrovni.

5 NETKANÉ TEXTILIE [19], [14], [20]

Výroba netkaných textilií patří k nejmladším a nejprogresivnějším technologiím výroby plošných textilií. Netkané textilie jsou vrstvy vyrobeny z jednosměrně nebo náhodně orientovaných vláken, spojených třením, kohezí nebo adhezí. K výrobě se dají použít všechny textilní materiály s velkým počtem modifikací včetně recyklovaných textilních odpadů. Základem samotné výroby jsou vlákna. Ta jsou obecně dělena na základní a speciální. Z vláken jsou vyráběny procesem, který se nazývá příprava, pavučiny (rouna). Rouna se dále zpevňují zpevňovacími technologiemi.

5.1 Základní vlákna [20]

Základní vlákna jsou běžně vyráběné vlákenné suroviny pro textilní průmysl. Nejčastěji se objevují ve formě stříží. Vlákna mohou být při výrobě různě upravována např. intenzivněji

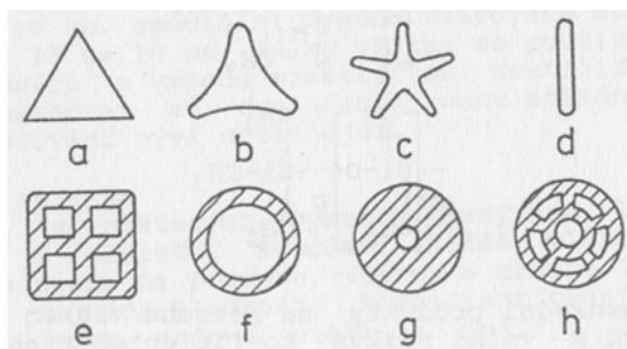
tvarována s cílem dosažení větší objemnosti výrobků apod. Některé typy vláken vznikají v procesu tvorby přímo z polymeru. Významnou součástí surovinné základny jsou vlákna pocházející z technologických odpadů a sběrových textilií. Mezi základní vlákna patří vlákna polypropylenová, polyamidová a polyesterová.

Kromě individuálních vlastností každého druhu vlákna mají na způsob zpracování vliv některé všeobecné vlastnosti. Jednou z nich je lineární hmotnost vláken; čím je vlákno jemnější tím je obtížněji zpracovatelné. Zpracování také ovlivňuje délka řezu stříže a obsah aviváže. Delší vlákna přinášejí lepší soudržnost a vyšší stupeň pevnosti, ale naopak mají vyšší sklon k nabalování na otáčející se součásti stroje. Aviváž, někdy nazývaná lubrikace je základní součástí každé vlákenné suroviny. Aviváž je nejčastěji směs olejů rozpuštěná ve vodě. Nanáší se na povrch vlákna a určuje jeho povrchové vlastnosti: hladkost, koeficient tření, soudržnost, smáčivost a jiné. Posledním důležitým faktorem ovlivňující zpracovatelnost je srážlivost. Srážlivost je složitý jev, který způsobuje zkracování vláken působením tepla. Obecně je vnímána jako nežádoucí jev, který vede ke změně rozměru výrobků. Někdy se přiměsí vysoce srážlivých vláken využívá ke zpevnění vlákenných vrstev.

5.2 Speciální vlákna

5.2.1 Vlákna příčně profilována [20]

Jsou nejčastěji vyráběna z běžných vláknotvorných polymerů. Výraz „příčně profilovaná“ znamená, že příčný průřez vlákna má jiný než kruhový tvar. Typické průřezy vláken jsou na obr. 13 [20].

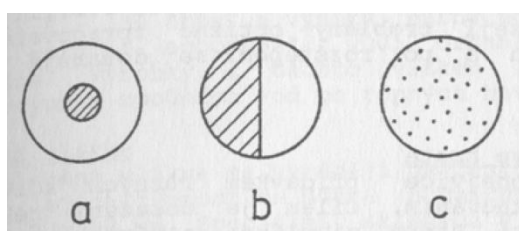


Obr. 13 Tvary příčných řezů příčně profilovaných vláken [20]

Tvarem zvlákňovací hubice a volbou podmínek zvlákňování a dloužení lze vyrobit vlákna prakticky s libovolným profilem. Ceny zvlákňovacích hubic jsou však vysoké a zpracovatelnost některých typů vláken je obtížná. Vlákna s profilem b), c), d) se vlastnostmi blíží foliím. Jsou křehká, málo pevná a obtížně zpracovatelná. Vlákno s trojúhelníkovým profilem a) se využívá pro výrobu lesklých efektů díky jeho velkým odrazovým plochám. Vlákna e) a g) pro svoji vyšší tuhost v ohybu, která zabezpečuje vyšší objemnost výrobku ve stlačení a dobré zotavovací schopnosti, jsou používána např. na výrobu kobereců. Vlákno s profilem f) odolává vysokým tlakům. Netkané textilie s tímto druhem vlákna jsou používána v technologických procesech odsolování mořské vody.

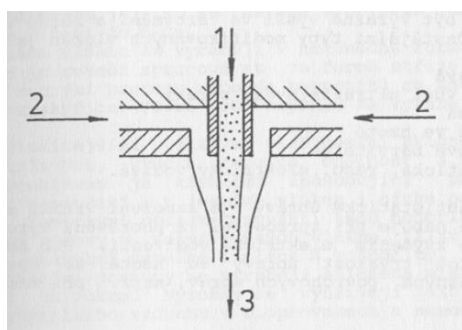
5.2.2 Bikomponentní vlákna [20]

Bikomponentní vlákna jsou vyráběna zvlákňováním nejčastěji dvou různých polymerů pomocí zvlákňovací hubice (obr 14 [20] a 15 [20]). Vlákna jádro-plášť a bok po boku se využívají při výrobě pojených textilií, kde slouží jako pojiva. Skládají se obvykle z výše a níže tající složky. Nejčastěji je ve funkci výše tající složky polyester a níže tající složky polypropylen. Bikomponentní vlákna se aplikují do směsi se základními vlákny nebo samostatně. V průběhu pojení se vlákno díky výše tající složce nezbortí a výrobky mají vyšší objemnost. Adhezni spoje se vytvářejí v místech křížení vláken, nazývají se bodové. Větší část vláken tvoří pak poměrně pohyblivé úseky mezi spoji. To vede k výrobkům s dobrou ohebností. Malý rozměr pojících míst však zvyšuje nároky na vzájemnou adhezi zúčastněných polymerů, což je obecně problém. Vlákna typu ostrovy v moři jsou využívána k tvorbě velmi jemných vláknenných struktur extrakcí matrice. Postupů je využíváno při výrobě vysoce kvalitních syntetických usní.



- a) jádro - plášť
- b) bok po boku
- c) ostrov v moři

Obr. 15 Tvary příčných řezů bikomponentních vláken [20]



- 1) přívod polymeru 1
- 2) přívod polymeru 2
- 3) vznikající bikomponentní vlákno

Obr. 14 Průřez zvlákňovací hubice typu jádro - plášť [20]

5.2.3 Skleněná vlákna [20]

Skleněná vlákna jsou vyráběna nejčastěji ze suroviny zvané E-sklo. Jejich jemnost se udává průměrem fibril, který se běžně pohybuje v rozmezí 7 až 18 μm . Nit ze skleněných vláken obsahuje několik stovek fibril. Nítě mají při vázání uzlů sklon praskání. Tato vlastnost je závislá na průměru vláken. U velmi jemných vláken s průměrem do 3 μm tento problém nenastává. Skleněná vlákna se vyrábějí v nekonečné formě odtahem na cívky. Lze je rovněž zpracovat ve formě stříže na mykacích strojích. Nejdůležitější vlastnosti skleněných vláken jsou: nehořlavost, vysoká tepelná odolnost a vysoký modul pružnosti v tahu. Problémem je křehkost, která způsobuje problémy zejména při zpracování. Využívá se na výrobu filtrací, na stavební izolace nebo pro výrobu kompozitních materiálů.

5.2.4 Uhlíková vlákna [20]

Uhlíková vlákna představují jeden z vrcholů materiálového inženýrství. Používají se pro výrobu extrémně pevných, houževnatých, tepelně odolných a lehkých kompozitů pro

konstrukční díly v leteckém a kosmickém průmyslu. Podle teploty, při které jsou vyráběna, se dělí na uhlíková vlákna a grafitová vlákna. Uhlíková vlákna jsou vyráběna při teplotách 800 až 1600 °C. Obsah uhlíku dosahuje až 92 %. Grafitová vlákna jsou vyráběna při teplotách 2200 až 3000°C. Obsahem uhlíku překračuje hodnotu 92 %. Obecným postupem výroby těchto vláken z celulosových nebo polyakrylonitrilových vláken, příp. z ropných dehtů či smol je:

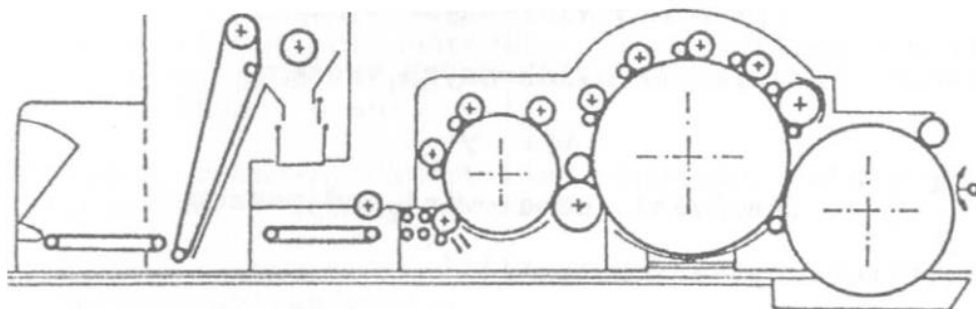
- Nízkoteplotní oxidace a stabilizace na vzduchu při 200 až 400 °C
- Karbonizace v inertní atmosféře při teplotě kolem 1000 až 1500 °C
- Grafitizace v inertní atmosféře při teplotě 2200 až 3300 °C

Vyrobená vlákna sestávají prakticky pouze z uhlíku v semikrystalickém stavu typickému pro polymery.

5.3 Technologie přípravy vláknenných vrstev

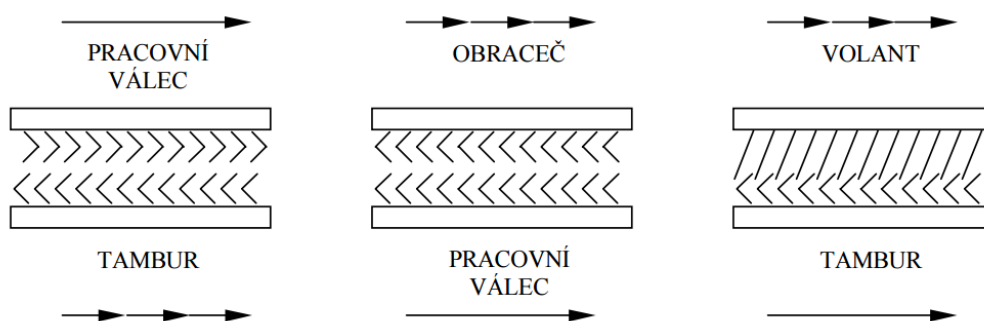
5.3.1 Mechanická výroba vláknenné vrstvy [20]

K přípravě vláknenné pavučiny je možné využít mykací stroje (obr. 17 [20]), nebo mykací stroje speciálně upravené pro výrobu netkaných textilií. Mykací stroj sjednocuje a uspořádává vlákna. Základem je soustava válců opatřených drátkovými nebo pilkovými pracovními povlaky. Drátky, resp. hroty pilkových povlaků, jsou na válcích ve vzájemném postavení (obr. 16 [20]). Účinnost mykacího stroje je přímo úměrná hustotě pracovních hrotů a rozdílu obchodových rychlostí tamburu a pracovních válců. Účinnost mimo jiné závisí na povrchové úpravě vláken a tvaru pracovních hrotů. Zařízení se většinou osazují a seřizují tak, aby účinek ve směru zpracovávání vzrůstal, to znamená, že mezery mezi povrchy jsou čím dále menší a pracovní hroty jemnější a hustší.



Obr. 16 Schéma válcového mykacího stroje [20]

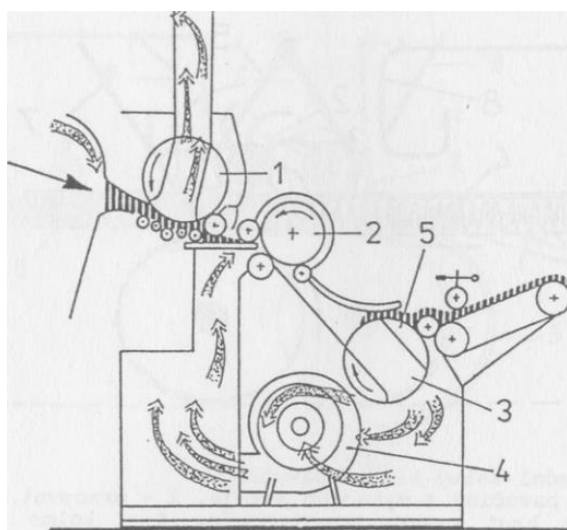
Připravená vlákna jsou na sebe vrstvena zařazením několika mykacích strojů za sebe. Vláknenná pavučina vystupující ze zařízení dopadá na dopravník a je přesunuta pod další mykací stroj, kde na pavučinu dopadá další vrstva. Tímto způsobem vrstvení pokračuje až do požadované tloušťky. Vláknenná pavučina může být také vrstvena na speciálních zařízeních tzv. kladečích. Podle konstrukce jsou kladeče rozdělovány na vertikální, horizontální a kolmé. Plošná hmotnost vytvořeného rouna závisí na hmotnosti přiváděné pavučiny, její postupové rychlosti a šířce vytvářeného rouna.



Obr. 17 Postavení pracovních potahů mykacího stroje včetně vyznačení rychlostí [20]

5.3.2 Aerodynamická výroba vlákně vrstvy [20]

Při aerodynamické tvorbě rouna jsou vlákně suroviny rozvolněny rychle se otáčejícím škubacím válcem s pracovním povlakem. Vlákna jsou z válce snímána kombinovaným účinkem odstředivé síly a proudu vzduchu. Tímto proudem jsou unášena a ukládána na pohybující se síťový dopravník. Příklad zařízení pro aerodynamickou tvorbu rouna je na obr. 18 [20]. Tímto postupem vzniká vlákně vrstva, v níž jsou jednotlivá vlákna nahodile orientována. Z toho vyplývá menší rozdíl vlastností v jednotlivých směrech.



- 1) kondenzor pro aerodynamickou tvorbu rouna
- 2) škubací válec
- 3) kondenzor pro tvorbu vlákně vrstvy
- 4) ventilátor
- 5) vlákně vrstva

Obr. 18 Zařízení pro aerodynamickou výrobu rouna [20]

5.3.3 Hydrodynamická výroba vlákně vrstvy [20]

Hydrodynamický neboli mokrý postup výroby netkaných textilií je bezprostředně odvozen od výroby papíru. Při výrobě jsou používány drahé a vysoce výkonné zařízení. Kvůli nutnému transportu velkého množství disperzí a následnému sušení je výroba energeticky náročná. Vlákna jsou před výrobou speciálně upravena, aby byla smáčitelná ve vodě a byla schopna tvořit disperzi. Postup výroby je následující. První jsou vlákna namočena do vody a mechanicky dispergována, nejčastěji mícháním. Následuje transport vlákně suspenze k pohybujícímu se nekonečnému síťovému pásu, kde se vytvoří vlákně vrstva filtrací. Na závěr je vrstva sušena. V případě potřeby mohou následovat povrchové úpravy. Hydrodynamická výroba vlákně vrstvy se využívá pro výrobu speciálních textilií, např. vysoce účinných filtrů ze skleněných mikrovláken.

5.3.4 Spun-bond [20]

Název technologie je odvozen z anglických výrazů zvlákňování a pojení. Do češtiny se tento název většinou nepřekládá. Někdy se používá označení „výroba pod hubicí“. Tato technologie umožňuje výrobu vlákenné vrstvy z polymeru přímo na výstupu z trysky. Postup výroby je následující. Polymer ve formě granulátu je taven. Poté pomocí zvlákňovacích trysek zvlákňněn, odtažen od hubice, chlazen a v případě potřeby dloužen. Dále jsou vlákna rovnoměrně rozložena na plochu pohybujícího se dopravníku, na němž vzniká vlákenná vrstva. To může být uskutečněno několika způsoby. Např. přímým ukládáním vláken z dostatečně široké zvlákňovací trysky nebo elektrickým nabitím vláken ve vzduchové odtahovací trysce, které způsobí vzájemnou odpudivost jednotlivých fibril. Následuje zpevnění vlákenné vrstvy, odřezání okrajů a navíjení. Textilie spun-bond nacházejí široké využití v oblasti zdravotnických výrobků a prostředků osobní hygieny.

5.3.5 Melt-blown [20]

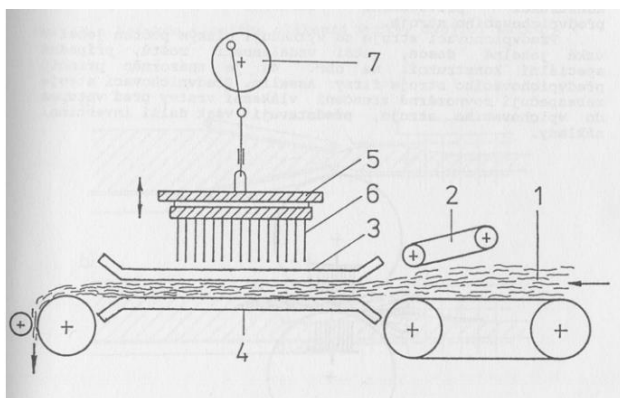
Název technologie je složen z anglických slov melt - tavenina a blown - foukat. Do češtiny se také nepřekládá, někdy je popisována výrazem „textilie vyrobené rozfukováním taveniny polymeru“. Výrobky této technologie se skládají z vláken volitelných průměrů. Typická jsou mikroválka o průměru 2 až 4 μm vyznačující se velkým měrným povrchem. Melt-blown umožňuje zpracování vláken rozmanitých velikostí. Průměry se pohybují v rozmezí 0,1 až 15 μm . Proces výroby je složen z následujících operací. První je polymer roztaven a dopraven ke speciální výtlačné hubici s mnoha zvlákňovacími otvory. Šíře hubice odpovídá výrobní šířce zařízení. Zvlákňovací otvory jsou vyvedeny na hraně hubice a je k nim přiváděn stlačený horký vzduch. Vytékající tavenina je vzduchem strhávána a formována do tvaru vlákna. Síla působení vzduchu na tvořící se vlákno je zvyšována s rostoucí délkou vlákna. Vlákno je postupně nepravidelně dlouženo a při určité délce odtrženo. Nejvíce používanými polymery jsou: polypropylen, polyetylen, polyester a polyamid.

5.4 Technologie zpevňování vlákenné vrstvy [20]

Zpevňování rouna lze provádět různými způsoby mechanického, chemického a termického charakteru. Mezi nejstarší, ale stále používané, patří mechanické zpevňování, při kterém není využito žádné pojivo. Soudržnost zajišťují pouze adhezní síly. Hlavní představiteli těchto technologií jsou vpichování a zpevňování paprskem vody spunlace. Při zpevňování chemickými reakcemi je využíváno pojiva. Pojiva jsou nejčastěji disperze polymerů. Pojiva se nanáší impregnací nebo rozstříkem. Při termickém zpevňování je využíváno účinků vysoké teploty. Natavené pojivo vytváří pevné spojení vláken. Představiteli jsou pojení kalandrem, teplovzdušné pojení a pojení ultrazvukem.

5.4.1 Vpichování [20], [21]

Vpichování je jedním z nejstarších a dosud nejrozšířenějších technologií zpevňování vlákenných vrstev. Podstatou je provazování vlákenné vrstvy svazky vláken vzniklými přeorientací části vláken účinkem průniku jehel s ostny. Během vpichování dochází k redukci tloušťky, k výrazné přeorientaci vláken a ke změnám délky a šířky útvaru. Základní schéma vpichovacího stroje je na obr. 19 [20]



- 1) vláknenná vrstva
- 2) vstupní ústrojí
- 3) stěrací rošt
- 4) opěrný rošt
- 5) jehelná deska
- 6) vpichovací jehla
- 7) pohon jehelné desky

Obr. 19 Schéma vpichovacího stroje [20]

Vláknenná vrstva je přiváděna vstupním zařízením mezi dva děrovací rošty. Otvory v roštích pronikají periodicky vpichovací jehly umístěné v jehelné desce. Ostny jehel zachytávají skupiny vláken, přeorientovávají je kolmo k vrstvě a protahují vrstvou. Vrstva je posunována odtahovými válci po spodním opěrném roštu. Při zpětném pohybu soustav jehel zabezpečí vrchní stěrací rošt vysunutí jehel z vláknenné vrstvy. Míra zpevnění vláknenné vrstvy souvisí s počtem vpichů na jednotku plochy vrstvy. Soudržnost vpichovaných textilií spočívá na tření mezi vlákny. Při deformaci textilie se vlákna přeorientují ve směru působící síly. Přitom jsou zvětšovány jejich vzájemné třecí plochy a přitlačovací síla. Technologii vpichování je vyráběna široká škála výrobků. Jsou to např. geotextilie, podklady pro výrobu syntetických usní, oděvní a obuvnické vložkové materiály, podlahové krytiny a podobně.

5.4.2 Zpevňování paprskem vody Spunlace [20]

Technologie zpevňování vláknenných vrstev paprsky vody se rozšířila v 80. letech 20. století. Touto technologií mohou být zpevňovány vrstvy všech druhů vláken. Proces využívá proudy vody k provázání jednotlivých vláken rouna. Efektivnost přeorientace a provázanost vláken je závislá na provedení formujícího pásu. Formující pás podpírá rouno a zajišťuje vytvoření požadované struktury, což je vlastně otisk pásu. Formujícím pásem může být síto z oceli, bronzu nebo syntetických materiálů. Otvory v sítu musí být tak malé, aby se zabránilo odplavení vláken, ale zároveň tak velké, aby nebyl kladen příliš velký odpor průchodu kapaliny. Soudržnost textilie zajišťují třecí síly mezi vlákny. Výrobky jsou charakteristické dobrou splývavostí, která je dána možností jednotlivých vláken pohybovat se vzájemně vůči sobě. Tím se výrazně odlišují od většiny ostatních netkaných textilií a blíží se pleteninám a tkaninám. Díky velkému počtu vyčnívajících konců vláken jsou měkčí a mají příjemný omak. Vzhledem k vysoké spotřebě vody využívané ke zpevnění vláken je nutno zajistit její recyklaci. Voda musí mít neutrální pH a předepsanou teplotu. Nesmí obsahovat vápenaté soli, bakterie a jiné organické látky. V průběhu provázování se voda znečišťuje úlety vláken. Tyto musí být před dalším použitím z vody odstraněny. Po provázání vláknenné vrstvy přeskupením úseků vláken následuje odždímání vody z textilie a její sušení. K sušení jsou využívány bubnové nebo horkovzdušné sušárny.

Výhody technologie spunlace spočívají ve vysoké výrobnosti zařízení, v hygienické nezávadnosti výrobků a ve vynikajících mechanických vlastnostech textilií. Jemné provázání vrstvy jednotlivými vlákny dává výrobkům nízký počáteční modul v tahu, vysokou splývavost, pevnost a výbornou prodyšnost. Nevýhodou jsou vysoké investiční náklady na zařízení soustavy jemných trysek, čerpadla na recirkulaci a čištění vody a poměrně vysoká energetická náročnost procesu souvisí s potřebou sušení výrobku. Textilie pojené paprsky vody jsou využívány jako podklady pro povrstvování, oděvní vložky, filtry, izolace a

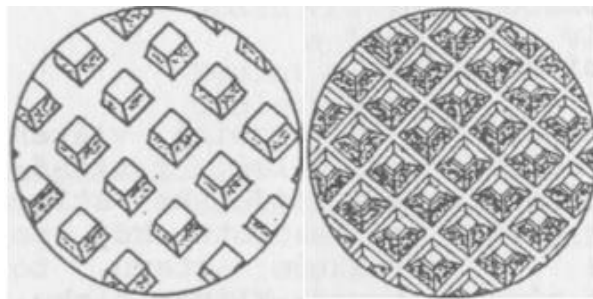
geotextilie. Nejvýznamnější oblastí využití spunlaced výrobků je zdravotnictví, kde jsou využívány jako jednorázové oblečení pro operační týmy i pacienty.

5.4.3 Zpevňování disperzemi polymerů impregnací [20]

Zpevňování vlákenných vrstev nanesením pojiva impregnací patří do skupiny zpevňování pomocí chemických reakcí. Postupuje se takto. Vlákenná vrstva je vedena do nádrže s disperzí pojiva, kde dochází k vzájemnému prosycení vrstvy a disperze. Vrstva je dále dopravním systémem vedena mezi dvojicí válců, mezi kterými je vyždímána tak, že ve vrstvě zůstane jen požadované množství disperze. Disperze je zpevněna odstraněním disperzního prostředí (odpařením vody) nebo pomocí termosenzibilizátorů. Odpaření vody probíhá v sušících zařízeních, které většinou kontinuálně navazují na část výrobní linky pro nános pojiva. Termosenzibilizátory způsobují zpevnění disperzí bez odstranění vodného disperzního prostředí při 40 až 95 °C podle typu a koncentrace termosenzibilizátoru. Největší výhodou použití termosenzibilizátoru je, že dochází ke zpevnění pojiva v celém objemu textilie najednou. V případech, kdy nemáme k dispozici pojivo ve formě disperze, jsou na zpevnění využívány roztoky polymerů. Tímto způsobem jsou vyráběny např. syntetické usně impregnační vrstev roztokem polyuretanu.

5.4.4 Pojení kalandrem [20]

Při zpevňování kalandrem probíhá vlákenná vrstva s pojivem šterbinou mezi dvojicí válců, z nichž je alespoň jeden vyhřívaný. Mezi válci dochází ke stlačení a ohřátí vrstvy na teplotu tání pojiva. Vlivem tlaku je pojivo formováno do tvaru pojících míst. Následné ochlazení způsobuje zpevnění pojiva i vlákenné vrstvy. Kalandry pro výrobu netkaných textilií jsou nejčastěji dvouválcové. Válce jsou vyrobeny z tlustostěnných trubek z vysoce homogenní oceli. Tím zajišťují rovnoměrný rozvod tepla po celém svém povrchu. Vytápění je obvykle řešeno olejem, přehřátou vodou, nebo jiným kapalným médiem uzavřeným či cirkulujícím uvnitř válce. Médium je ohříváno elektricky, parou nebo jiným způsobem. Pojiva jsou nejčastěji ve formě prášku nebo z několika na sebe naskládaných mřížek či folií. Válce mohou být hladké nebo rastrované. Hladkými válci je vlákenná vrstva propojena v celé ploše. Rastrované válce taví pojivo pouze v určitých místech podle tvaru rastru. Příklad povrchů rastrovaných válců je na obr 20 [20]. Rastrovaný válec pracuje vždy proti válci hladkému. Výrobky se vyznačují nízkou objemností a vysokou smykovou tuhostí a blíží se vlastnostmi papíru. Typické výrobky pojeny kalandrem jsou textilie pro nemocnice, hygienické zboží, filtry a čistící textilie.



Obr. 20 Rastrované povrchy válců kalandru [20]

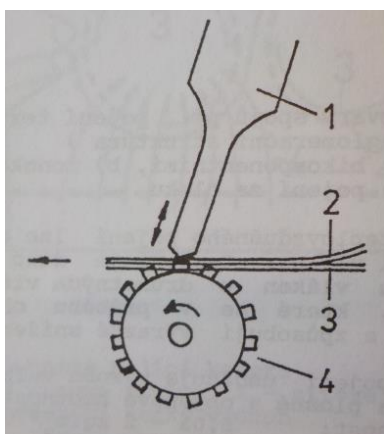
5.4.5 Teplovzdušné pojení [20]

Při teplovzdušném pojení jsou nejčastěji zpracovávány směsi vlákenných a pojivových vrstev. Podmínkou teplovzdušného pojení je propustnost vlákenné vrstvy pro vzduch. V

případě použití folie je nutné vrstvu proděravět např. vpichováním. Vláknenná vrstva s pojivem prochází horkovzdušnou pojící komorou. Horký vzduch je proháněn vláknennou vrstvou pomocí ventilátoru. Teplo je k povrchu přiváděno obrovskou rychlostí, a tak je vrstva ohřata velmi rychle. Nejpomalejším dějem při ohřevu je obecně transport tepla soustavou vláken a vzduchu. Roztavené pojivo se formuje mezi vlákny a vytváří spoje. Technologií teplovzdušného pojení lze zpevňovat všechna základní vlákna. Omezení je dáno znečištěním povrchu vláken olejovými látkami, které se v průběhu ohřevu odpařují a znečišťují ovzduší. Tyto látky navíc způsobují výrazné snížení adheze pojiva k povrchu vláken.

5.4.6 Pojení ultrazvukem [20]

Podstatou zařízení (obr. 21 [20]) je kovová sonotroda, na kterou je přenášeno kmitání z generátoru ultrazvuku. Charakteristický kmitočet je zde kolem 18 000 Hz. Vláknenná vrstva je přiváděna mezi sonotrodou a podložku, která je nejčastěji přímo přiváděcí buben. Dosahuje se vysokých teplot, při kterých dochází k tavení polymeru. Pojení ultrazvukem je využíváno ke spojování širokého spektra textilních vrstev. Výhodami ultrazvukového pojení jsou vysoké výrobní rychlosti dosahující až 100 m.min^{-1} , možnost využití základního termoplastického materiálu současně jako pojiva a možnost vzorového pojení pomocí vzorovaného přítlačného bubnu. Hlavní nevýhody jsou drahé materiály pro výrobu sonotrod (slitiny titanu) a jejich omezená životnost.



- 1) sonotroda
- 2) vláknenná vrstva 1
- 3) vláknenná vrstva 2
- 4) přiváděcí buben

Obr. 21 Schéma zařízení pro pojení ultrazvukem [20]

6 MATERIÁLY PODRÁŽEK

6.1 Polyamidy (PA) [22], [14], [23]

Polyamidy jsou semikrystalické termoplasty s dlouhým řetězcem obsahující opakující se jednotku (N-H-C=O). Vznikají polymerací. Obecně jsou tvrdé, tuhé, pevné, tažné s výraznou mezí kluzu, vysokou rázovou a vrubovou houževnatostí a vysokou odolností proti otěru. Jsou velmi dobře zpracovatelné. Díky těmto vlastnostem slouží jako konstrukční materiály. Zároveň jsou vláknotvorné, tudíž výroba textilních vláken je stejně významnou oblastí. Hlavní zástupci polyamidů jsou Polyamid 6 (PA6) a Polyamid 6.6 (PA 66).

PA6 je tvrdý, světle žlutý plast rohovitého vzhledu. Má dobré mechanické vlastnosti, nízký koeficient tření, mimořádnou odolnost vůči otěru, dobrou rázovou houževnatost, ovšem velkou navlhavost. V technice nachází uplatnění jako konstrukční materiál pro výrobu ložisek nebo ozubených kol. PA66 má oproti PA6 vyšší bod tání, vyšší pevnost a o něco menší navlhavost. PA66 slouží v širokém měřítku pro výrobu vláken a fólií. Několik dalších skupin

polyamidů lze připravit změnou délky řetězců a chemického uspořádání struktury. Jedná se o Polyamid 11 (PA 11), Polyamid 12 (PA 12) a jiné.

6.1.1 Rilsan [24], [25], [26]

Rilsan je polyamid 11 přírodního původu. Získává se z obnovitelných zdrojů konkrétně z ricinového oleje ze semen skočce. Je velmi dobře chemicky, tepelně i mechanicky odolný a dobře zpracovatelný běžnými plastikářskými technologiemi. Díky snadnému zpracování je použitelný pro speciální součásti s neobvyklými tvary. Další typické vlastnosti jsou: rozměrová stálost, nízká navlhavost, odolnost vůči otěru, flexibilita, elasticita, trvanlivost a nízká propustnost pro plyny. Díky nízké hustotě, slouží jako náhrada kovů nebo kaučuků. Využívá se v mnoha odvětvích. Např. ve zdravotnictví se používá na výrobu katétrů, krevních vaků nebo stříkaček. V elektronice je s oblibou využíván na výrobu samozhašivého opláštění kabelů. V oblasti sportu je uplatňován ve výrobě fotbalové, cyklistické a běžecké obuvi, nebo jako svrchní vrstva lyží.

V koncepci fotbalové obuvi slouží k výrobě buď celé podrážky, nebo špuntů, které jsou do podrážky lisovány. Vhodný pro tuto aplikaci je zejména díky nízké hmotnosti a odolnosti proti otěru. Špuntová podrážka kopačky je zobrazená na obr. 22 [25].



Obr. 22 Špuntová podrážka [25]

6.2 Termoplastické elastomery (TPE) [27], [28], [29]

Termoplastické elastomery kombinují vlastnosti elastomerů a termoplastů. Jsou zpracovatelné jako běžné termoplasty, to znamená, že při zvyšování teploty přestávají být molekuly vzájemně fixovány a stávají se tvarovatelnými a dobře zpracovatelnými, a přitom zachovávají velmi dobrou ohebnost a pružnost. Kombinace těchto vlastností je způsobena přítomností ve struktuře měkkých a tvrdých částic. Měkké částice zajišťují vysokou flexibilitu. Tvrdé částice vytvářejí uzly sítě a omezují pohyblivost měkkých segmentů. Tvrdé i měkké segmenty jsou navzájem nemísitelné a tvoří oddělené fáze. TPE materiály jsou s oblibou zpracovávány vstřikováním nebo vytlačováním. Lisování se používá pouze výjimečně. Oblíbenost těchto technologií spočívá hlavně v rychlé, sériové výrobě. Velkou výhodou TPE je fakt, že se jedná o recyklovatelný materiál. Lze jej jednoduše slisovat, roztavit a opět použít. Výhodou je možnost snadného nabarvení a dostupnost v široké škále tvrdostí. Rozdělují se do šesti základních skupin:

- Styrenové blokové kopolymery (TPE-S)
- Termoplastické olefiny (TPE-O)
- Vulkanizované směsi (TPV)
- Termoplastické polyuretany (TPU)
- Termoplastické kopolyestery (TPE-E)

- Termoplastické polyamidy

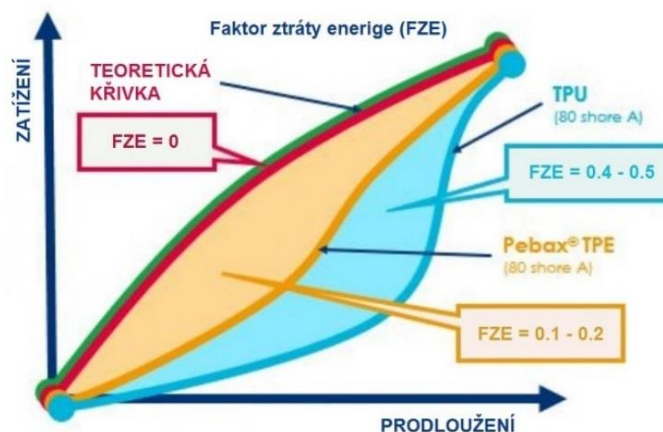
V oblasti podrážek fotbalové obuvi jsou významné termoplastické polyuretany. Používají se materiály s obchodními názvy: Desmopan®, Pearlthane®, Elastollan®. Z Desmopan® je např. podrážka nejprodávanějších kopačky všech dob Adidas - Copa Mundial. Pearlthane® používá na podrážky firma Nike a Elastollan® je všeobecně využíván na výrobu špunťů.

6.2.1 Pebax [30], [31], [32]

PEBAX (polyether block amide extreme), je termoplastický elastomer. Jedná se o blokový kopolymer získaný polykondenzací karboxylové kyseliny polyamidu 12 s alkoholem přerušný polyetherem.

Největší výhodou pebaxu je nízká hustota. Díky ní je přibližně o 20% lehčí než běžné polyuretany. Má vynikající mechanické i dynamické vlastnosti jako jsou pružnost, odolnost a návratnost energie. Všechny tyto vlastnosti je schopen uchovat i při nízkých teplotách. Dalšími výhodami jsou odolnost proti chemikáliím a možnost výběru z širokého rozsahu tuhostí. Nevýhodou je citlivost na degradaci způsobenou UV zářením. Pebax nahrazuje běžné polymery v mnoha aplikacích, ale nejčastěji se s ním můžeme setkat v oblasti sportu, kde je používán na tlumící prvky různých druhů sportovního vybavení. Jsou to např. běžecké a lyžařské boty, kopačky, golfové míčky nebo výplety tenisových raket.

V oblasti fotbalové obuvi je Pebax s oblibou využíván pro výrobu podrážek. Hlavním důvodem je nízká hmotnost a návratnost energie, která je popsána faktorem ztráty energie (FZE) (obr. 23 [33]). FZE vyjadřuje odrazovou schopnost materiálu. Čím je faktor nižší, tím má materiál, v našem případě podrážka, při kontaktu s trávou větší náklonost odrazit se zpět do vzduchu. Tento fakt má pozitivní vliv na rychlost a také na únavu hráče.



Obr. 23 Graf porovnávající velikosti faktoru ztráty energie [33]

Pebax je součástí kopačky evoPOWER od firmy Puma (obr. 23 [30]). Na těchto kopačkách byl Pebax použit na dvě zásadní složky celé obuvi. Kromě podrážky, která tvoří vnější základovou desku celé boty, je to pěnová výztuž, která je vkládána dovnitř boty pro větší pohodlí. Tato výztuž je ze speciální pěny, která má podobné tlumící vlastnosti jako tradiční etylen-vinyl acetát (EVA), ale je až třikrát lehčí.

EvoPOWER byly vyvinuty firmou Puma v roce 2014 krátce před mistrovství světa v brazilském Riu de Janeiru, které se konalo v červnu stejného roku. No nosila je řada známých hráčů. Měl je např. španělský útočník Cesc Fàbregas. Z řad českých hráčů je v Premier League nosil kapitán české reprezentace Tomáš Rosický.

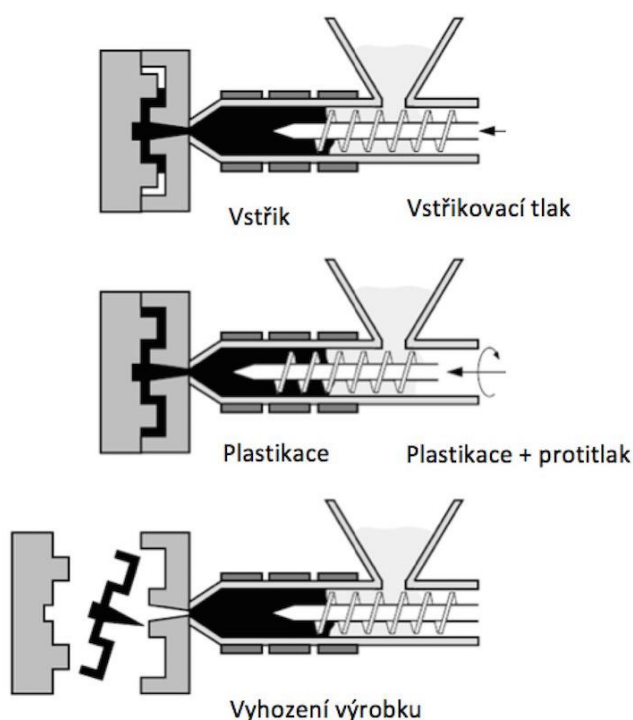


Obr. 24 Kopačka Puma EvoPOWER [30]

6.3 Technologie zpracování materiálů podrážek

6.3.1 Vstřikování [34]

Technologie vstřikování je nejrozšířenější technologií na zpracování plastů. Lze jím zpracovat téměř všechny druhy termoplastů. Touto technologií jsou vyráběny hotové výrobky, které jsou rozměrově i tvarově přesné. Princip vstřikování spočívá ve vstříknutí dávky zpracovaného materiálu z pomocné tlakové komory do uzavřené dutiny kovové formy, kde roztavený materiál ztuhne ve finální výrobek. Do tlakové komory je zásoba vstřikovacího materiálu kontinuálně doplňována během vstřikovacího cyklu. Výhody této technologie jsou krátká doba výroby, možnost výroby tvarově složitých dílců, dosahování přesných rozměrů a kvalitní povrch. Nevýhody jsou vysoké investiční náklady a nutnost výroby formy. Postup výroby je následující. Plast pod podobou granulí je nasypan do násypky. Odtud je šnekovým dopravníkem dopravován do tavicí komory, kde za současného účinku tření a ohřívání plast taje a vzniká tavenina, která je následně vstříknutá do dutiny formy. Plast předává formě teplo a tuhne. Po ztuhnutí se forma rozevře, výrobek je vyňat a celý cyklus se opakuje. Schéma vstřikovacího lisu je zobrazeno na obr.25 [35].



Obr. 25 Schéma vstřikovacího lisu [35]

ZÁVĚR:

Fotbalová obuv prošla za 150 let své existence obrovským vývojem. Na počátku fotbalové historie byly jako kopačky používány těžké pracovní boty vyrobené ze silné přírodní usně. V tomto období se dbalo převážně na funkčnost. Boty byly nepohodlné ale díky výšce sahající nad kotníky, někdy až do poloviny lýtek, dobře chránily nohu. V období druhé světové války se postupně začal měnit materiál a kopačky se začaly vyrábět ze směsi přírodních a syntetických usní. Oproti předchozímu období byly boty o něco lehčí a pohodlnější. Výška sahala stále nad kotníky. V 70. letech minulého století byly kopačky vyráběny z plně syntetických materiálů. Všechny usně byly vytlačeny do postranní. Výjimku tvoří klopání useň, která je velmi cenná díky schopnosti udržet si pevnost i při velmi slabé tloušťce. S kopačkami s klopáním usně se můžeme setkat ještě dnes. Hmotnost kopaček je nesrovnatelně nižší. Výška je snížena nad kotníky. V tomto období jsou rozvíjeny hlavně funkční plochy v oblasti nártu. Kopačky 21. století jsou velmi lehké a pohodlné s řadou inovací, které se někdy můžou zdát až neuvěřitelné. Vyrábí se z řady nejmodernějších materiálů, které jsou kromě koncepce fotbalové obuvi používány například ve zdravotnictví, elektronice nebo automobilovém průmyslu.

Obecně lze fotbalovou obuv rozdělit na dvě základní části: na svršek a podrážku. Svrškový materiál je omezen nutností dosáhnout dostatečné prodyšnosti pro plyny a páry. Neprodyšné materiály by mohly uživatelům způsobit zdravotní komplikace a z tohoto důvodu je škála vhodných materiálů výrazně omezena. Nejčastěji jsou používány prodyšné syntetické usně – poromery, které jsou oproti přírodní usni lehčí, odolnější a lépe zpracovatelné. Poromery jsou tvořeny dvěma vrstvami. Základní nosnou, podkladovou vrstvu tvoří netkané textilie. Jsou to vrstvy vyrobeny z jednosměrně nebo náhodně orientovaných vláken, nejčastěji uhlíkových nebo bikomponentních, spojených třením, kohezí nebo adhezí. Na netkané textilie se nanášejí lícové vrstvy nejčastěji na bázi PVC nebo polyuretanu tak, aby pojící spoj byl vytvořen pouze v místě překřížení jednotlivých vláken. Tím vzniká tzv. aglomerační struktura, díky které jsou poromery dostatečně prodyšné. Podrážky jsou vyráběny z pružných materiálů, které vykazují maximální odolnost proti otěru a flexibilitu za minimální hmotnosti. Používány jsou termoplastické elastomery a polyamidy. Rozlišovacími znaky materiálů vhodných pro fotbalovou obuv jsou: hmotnost, odolnost proti otěru a ohebnost. Budoucnost těchto materiálů spočívá v rozvoji inteligentních materiálů. Některé jednodušší materiály, které dokážou reagovat na změnu vnějšího prostředí, jsou na kopačkách už dnes, přesto vývoj v tomto směru stále pokračuje a vše nasvědčuje, že právě inteligentní materiály jsou materiálem budoucnosti, a to nejen v oblasti fotbalové obuvi.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VOTÍK, Jaromír. *Fotbal: trénink budoucích hvězd*. Druhé, doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-271-0029-3.
- [2] MACHO, Milan. *Fotbal, vášně 20. století: historie fotbalu ve faktech, názorech a obrazech*. Vyd. 1. Praha: Brána, 1996. ISBN 80-859-4627-0.
- [3] KUREŠ, Jiří. *Pravidla fotbalu: platná od 1.7.2011*. Vyd. 1. Praha: Olympia, 1988. ISBN 978-80-7376-311-4.
- [4] Adidas Ghost Lite Football Shin Guards. *Sportsdirect* [online]. Shirebrook: Sportsdirect, 2017 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://cs.sportsdirect.com/adidas-ghost-lite-football-shin-guards-817150>
- [5] *Fotbalové dovednosti: klíčové tipy a metody pro zlepšení vaší hry*. Vydání první. Praha: Slovart, 2015. ISBN 978-80-7529-006-9.
- [6] Jak vybrat kopačky. *Sportfotbal* [online]. Praha: Sportfotbal, 2017 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <https://www.sportfotbal.cz/jak-vybrat-kopacky.html>
- [7] IAN MCARTHUR, . *Elegance borne of brutality: an eclectic history of the football boot*. Vyd. 1. Haywards Heath: Two Heads, 1996. ISBN 978-189-7850-626.
- [8] Football boots - the history. *Football boots* [online]. Bedford: Hedgehog Digital Limited, 2007 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <https://www.footy-boots.com/football-boots-history/>
- [9] DAVÍDEK, Tomáš. *Historie kopačky* [online]. Prčice, 2009 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <http://www.tj-sedlec-prce.cz/clanky/445/historie-kopacky-cast-prvni/>
- [10] Archives: Adidas Copa Mundial. *Sportskeeda* [online]. Bengalúru: Krishna Reddy, 2015 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <https://www.sportskeeda.com/football/archives-adidas-copa-mundial>
- [11] MASOPUST, Josef a Jiří MAGNUSEK. *Fotbal: průvodce nejoblíbenější hrou*. Vyd.1. Ostrava: Librex, 2003. ISBN 80-722-8417-7.
- [12] OLASO MELIS, J.C., J.I. PRIEGO QUESADA, A.G. LUCAS-CUEVAS, J.C. GONZÁLEZ GARCÍA a S. PUIGSERVER PALAU. Soccer players' fitting perception of different upper boot materials. *Applied Ergonomics*. 2016, **55**, 27-32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.01.005>. ISSN 00036870. Dostupné také z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687016300059>
- [13] What Materials are Used in Football (Soccer) Boots. *Azom* [online]. Manchester: AZoNetwork, 2012 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=7886>
- [14] MLÁDEK, Milan. *Nauka o materiálech (pro kožedělnou výrobu)*. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta technologická ve Zlíně, 2000. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-1688-2.
- [15] FLORIÁNOVÁ, Olga. *Kůže: zpracování a výrobky*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. Řemesla, tradice, technika. ISBN 80-247-1091-9.
- [16] Kozeluzské zpracování kůží na kožešiny. *Školatextilu* [online]. Brno: Textilní zkušební ústav, 2015 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://www.skolatextilu.cz/elearning/55/textilni-terminologie-zboziznalstvi/kuze-a-kozesiny/Kozeluzske-zpracovani-kuzi-na-kozesiny.html>
- [17] ZEMAN, Oldřich, Jaromír HECZKO a Jan ŠTĚRBA. *Obuvnická technologie I pro SOU*. 1. vyd.

- Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1984.
- [18] Kangaroo leather. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Kangaroo_leather
 - [19] JIRSÁK, Oldřich a Klára KALINOVÁ. *Netkané textilie*. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita, 2003. ISBN 80-708-3746-2.
 - [20] JIRSÁK, Oldřich a Iva MACKOVÁ. *Netkané textilie*. Vyd. 2. přeprac. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 1997. ISBN 80-708-3249-5.
 - [21] KNT TUL - Netkané textilie. In: *Youtube* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2013 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=0RGSLxpiP4I>
 - [22] WEISS, Viktorie a Elena STŘIHAVKOVÁ. *Polymery*. Vyd. 1. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně, Fakulta výrobních technologií a managementu, 2014. ISBN 978-80-7414-738-8.
 - [23] Polymerové typy. *Resinex* [online]. Praha: Resinex, 2017 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <http://www.resinex.cz/polymerove-typy/pa.html>
 - [24] Rilsan. *Resinex* [online]. Praha: Arkema - Resinex, 2017 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://www.resinex.cz/produkty/rilsan.html>
 - [25] Football boot sole: Footballers with high-tech footwear. *Arburg* [online]. Rocky Hill: Arburg, 2017 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <https://www.arburg.com/products-and-services/injection-moulding/injection-moulded-parts/football-boot-sole/>
 - [26] *An extreme world needs extreme materials* [online]. Vyd. 1. Colombes: Arkema, 2016 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <http://www.extremematerials-arkema.com/export/sites/technicalpolymers/.content/medias/downloads/brochures/tpa-business-line-brochure-lower-resolution.pdf>
 - [27] BĚHÁLEK, Luboš. *Polymery* [online]. Vyd. 1. Svitavy: Publi, 2016 [cit. 2017-05-12]. ISBN 978-80-88058-68-7. Dostupné z: <https://publi.cz/books/180/Cover.html>
 - [28] Thermoplastic elastomer. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Thermoplastic_elastomer
 - [29] *Material Data Center* [online]. Cáchy: m-base engineering + software gmbh, 2017 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <http://www.materialdatacenter.com/mb/>
 - [30] Pebax® features in Puma's evoPOWER football boot, worn by Puma players at the 2014 FIFA World Cup. In: *Arkema: Inovative chemistry* [online]. Colombes: Arkema, 2014 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <http://www.arkema.com/en/media/news/news-details/Pebax-features-in-Pumas-evoPOWER-football-boot-worn-by-Puma-players-at-the-2014-FIFA-World-CupsupTM-sup/>
 - [31] Polyether block amide. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Polyether_block_amide
 - [32] Extreme performance in sport. *Kunststoffe international*. Mnichov, 2009, (1), 39-42.
 - [33] Energy Return, Dynamic Properties. In: *Technical polymers* [online]. Colombes: Arkema, 2016 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <http://www.extremematerials-arkema.com/en/product->

families/pebax-elastomer-family/pebax-range-energy-return-dynamic-properties/

[34] LENFELD, Petr. *Technologie II*. 3. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2016. ISBN 978-80-7494-305-8.

[35] AUSPERGER, Aleš. *Technologie zpracování plastů* [online]. Vyd. 1. Svitavy: Publi, 2015 [cit. 2017-05-12]. ISBN 978-80-88058-77-9. Dostupné z: <https://publi.cz/books/183/Cover.html>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Fotbalové trenýrky číslo 7 týmu FC Viktoria Otrokovice	12
Obr. 2 Fotbalový dres týmu FC Viktoria Otrokovice.....	12
Obr. 3 Černé fotbalové stulpny.....	13
Obr. 4 Oficiální fotbalový míč finále Ligy mistrů 2016.....	13
Obr. 5 Chrániče Adidas „Ghost Lite“ [4]	13
Obr. 6 Fotbalová obuv v 19. století [8].....	14
Obr. 7 Fotbalová bota z období po první světové válce [9]	14
Obr. 8 Kopačka z padesátých let 20. století [7]	15
Obr. 9 Kopačka Adidas - Copa Mundial [10]	15
Obr. 10 Dětské gumotextilní kopačky	16
Obr. 11 Schéma přímého natíracího zařízení [14].....	22
Obr. 12 Schéma nepřímého natírání lícové vrstvy [14].....	23
Obr. 13 Tvary příčných řezů příčně profilovaných vláken [20].....	25
Obr. 14 Tvary příčných řezů bikomponentních vláken [20]	26
Obr. 15 Průřez zvlákňovací hubice typu jádro - plášť [20]	26
Obr. 16 Postavení pracovních potahů mykacího stroje včetně vyznačení rychlostí [20]....	28
Obr. 17 Schéma válcového mykacího stroje [20].....	27
Obr. 18 Zařízení pro aerodynamickou výrobu rouna [20].....	28
Obr. 19 Schéma vpichovacího stroje [20]	30
Obr. 20 Rastrované povrchy válců kalandru [20].....	31
Obr. 21 Schéma zařízení pro pojení ultrazvukem [20].....	32
Obr. 22 Špuntová podrážka [25].....	33
Obr. 23 Graf porovnávající velikosti faktoru ztráty energie [33].....	34
Obr. 24 Kopačka Puma EvoPOWER [30].....	35
Obr. 25 Schéma vstřikovacího lisu [35]	35

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Typy podrážek a vhodnost použití [6].....	16
Tab. 2 Složení kůže živočichů [14]	18